

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-146346

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 N 7/01

H 0 4 N 7/01

G

// G 0 6 T 3/40

G 0 6 F 15/66

3 5 5 C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平9-312047

(22) 出願日 平成 9 年(1997)11月13日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 葛本 恵一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

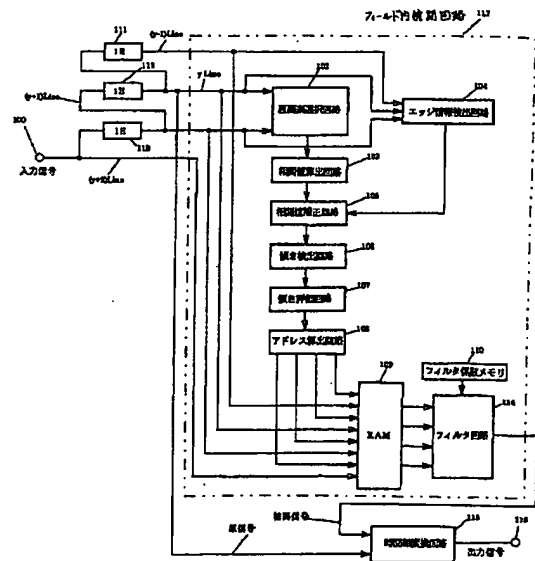
(74) 代理人 弁理士 松村 博

(54) 【発明の名称】 順次走査変換方法及び順次走査変換装置

(57) 【要約】

【課題】 斜めエッジや斜め線に対しても有効な走査線補間を行うことができる順次走査変換方法及び順次走査変換装置を提供する。

【解決手段】 インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換する際、原画素選択回路102が、画素値の差分絶対値を求める原画素の組の候補を補間画素を中心とした点対称関係の原画素の組の内から選択し、これらの画素値の差分絶対値を求め、原画素のエッジ情報に基づいて、これらの差分絶対値を補正し、補正された差分絶対値が最小となる原画素の組を検出し、検出された原画素の組が正しいかどうかの判定を行い、正しいと判定された原画素の組を用いて、フィルタ回路114で補間画素を作成するようにした。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換するに際し、前記インターレース走査の1フィールドの映像信号を格子状にサンプリングした原画素に基づいて、前記変換のための補間画素を作成する順次走査変換方法において、前記補間画素に対して斜め方向、または垂直方向に位置する原画素の組を選択し、前記選択された原画素の組の画素値の差分絶対値を算出し、さらに、前記原画素の組をなすそれぞれの原画素におけるエッジ情報として垂直方向及び水平方向に隣接する画素との差分値を算出した後に、前記エッジ情報の差分絶対値を算出し、前記原画素の組の画素値の差分絶対値に対して前記エッジ情報の差分絶対値で補正を行い、前記補正された原画素の組の画素値の差分絶対値が最小となる原画素の組を選択し、前記選択された原画素の組が示す傾き方向を、前記原画素が示す傾き方向に対する相関性に基づいて、正誤判定の評価を行い、前記評価結果に基づいて、前記選択された原画素の組が示す傾き方向に対して補正を行い、作成する補間画素の画素値を、前記補正された傾き方向が示す原画素の組の画素値の

平均値とすることを特徴とする順次走査変換方法。

【請求項2】 補間画素の作成を、前記補間画素を挟む上下複数ライン上の補正された傾き方向の原画素に基づいて行うことを特徴とする請求項1記載の順次走査変換方法。

【請求項3】 インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換するに際し、前記インターレース走査の1フィールドの映像信号を格子状にサンプリングした原画素に基づいて、前記変換のための補間画素を作成する順次走査変換方法において、前記補間画素に対して斜め方向、または垂直方向に位置する原画素の組を選択し、前記選択された原画素の組の画素値の差分絶対値を算出し、さらに、前記原画素の組をなすそれぞれの原画素におけるエッジ情報として垂直方向及び水平方向に隣接する画素との差分値を算出した後に、前記エッジ情報の差分絶対値を算出し、前記原画素の組の画素値の差分絶対値に対して前記エッジ情報の差分絶対値で補正を行い、前記補正された原画素の組の画素値の差分絶対値が最小となる原画素の組を選択し、前記選択された原画素の組が示す傾き方向を、水平方向に対する相関性に基づいて、正誤判定の評価を行い、前記評価結果に基づいて、前記選択された原画素の組が示す傾き方向に対して補正を行い、作成する補間画素の画素値を、前記補正された傾き方向が示す原画素の組の画素値の平均値とすることを特徴とする順次走査変換方法。

【請求項4】 インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換するに際し、前記インターレース走査の1フィールドの映像信号を格子状にサンプリングした原画素に基づいて、前記変換のための補間画素を作成する順次走査変換装置において、作成する補間画素に対

して斜め方向、または垂直方向に位置する原画素の組を選択する原画素選択手段と、前記原画素選択手段により選択された原画素の組の画素値の相関値を算出する相関値算出手段と、前記原画素の組の各原画素におけるエッジ情報を検出するエッジ情報検出手段と、前記エッジ情報検出手段で検出されたエッジ情報を用いて、前記相関値算出手段で算出された相関値を補正する相関値補正手段と、前記相関値補正手段から得られる補正された相関値のうち、最も相関性が高い原画素の組の傾き方向を検出する傾き方向検出手段と、前記傾き方向検出手段で検出された傾き方向の正誤判定の評価を行い、その評価結果に基づいて前記傾き方向の補正を行う傾き方向評価手段と、前記変換のための補間画素を作成するフィルタ手段とを備え、前記傾き方向補正手段から得られる前記傾き方向の所定数の原画素に基づいて、前記フィルタ手段により、前記変換のための補間画素を作成するよう構成したことを特徴とする順次走査変換装置。

【請求項5】 相関値補正手段を、ルックアップテーブルメモリで構成したことを特徴とする請求項4記載の順次走査変換装置。

【請求項6】 インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換するに際し、前記インターレース走査の1フィールドの映像信号を格子状にサンプリングした原画素に基づいて、前記変換のための補間画素を作成する順次走査変換装置において、作成する補間画素に対して斜め方向、または垂直方向に位置する原画素の組を選択する原画素選択手段と、前記原画素選択手段により選択された原画素の組の画素値の差分値を算出する第1の差分値算出手段と、前記算出された画素との差分値を絶対値化する絶対値手段と、前記原画素の組の各原画素の垂直方向に位置する原画素との差分値を算出する第2の差分値算出手段と、前記原画素の組の各原画素の水平方向に位置する原画素との差分値を算出する第3の差分値算出手段と、前記絶対手段で算出された差分絶対値を第2の差分値算出手段で算出された差分値で補正を行い、相関値として算出する第1の相関値補正手段と、前記第1の相関値補正手段で算出された相関値を第3の差分値算出手段で算出された差分値で補正を行い、相関値として算出する第2の相関値補正手段と、第2の相関値補正手段で算出された相関値を評価し、最小となる原画素の組の傾き方向を検出する評価手段と、前記検出された傾き方向に位置する補間画素の傾き方向を選択する傾き方向選択手段と、前記評価手段から得られる傾き方向を前記傾き方向選択手段から得られる傾き方向との相関性から正誤判定する傾き方向判定手段と、前記傾き方向判定手段から得られる判定結果に基づいて傾き方向の補正を行う傾き方向補正手段と、前記変換のための補間画素を作成するフィルタ手段とを備え、前記傾き方向補正手段から得られる前記傾き方向の所定数の原画素に基づいて、前記フィルタ手段により、前記変換のための補間

画素を作成するよう構成したことを特徴とする順次走査変換装置。

【請求項7】 インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換するに際し、前記インターレース走査の1フィールドの映像信号を格子状にサンプリングした原画素に基づいて、前記変換のための補間画素を作成する順次走査変換装置において、作成する補間画素に対して斜め方向、または垂直方向に位置する原画素の組を選択する原画素選択手段と、前記原画素選択手段により選択された原画素の組の画素値の差分値を算出する第1の差分値算出手段と、前記算出された画素との差分値を絶対値化する絶対値手段と、前記原画素の組の各原画素の垂直方向に位置する原画素との差分値を算出する第2の差分値算出手段と、前記原画素の組の各原画素の水平方向に位置する原画素との差分値を算出する第3の差分値算出手段と、前記絶対手段で算出された差分絶対値を第2の差分値算出手段で算出された差分値で補正を行い、相関値として算出する第1の相関値補正手段と、前記第1の相関値補正手段で算出された相関値を第3の差分値算出手段で算出された差分値で補正を行い、相関値として算出する第2の相関値補正手段と、第2の相関値補正手段で算出された相関値を評価し、最小となる原画素の組の傾き方向を検出する評価手段と、前記補間画素の水平方向に対して前後に位置する補間画素の傾き方向を選択する傾き方向選択手段と、前記評価手段から得られる傾き方向と、前記傾き方向選択手段から得られる傾き方向との差分絶対値を算出する差分絶対値化手段と、差分絶対値化手段から得られる差分絶対値に基づいて、前記評価手段から得られる傾き方向の正誤判定を行う傾き方向判定手段と、前記傾き方向判定手段より得られる判定結果に基づいて傾き方向の補正を行う傾き方向補正手段と、前記変換のための補間画素を作成するフィルタ手段とを備え、前記傾き方向補正手段から得られる前記傾き方向の所定数の原画素に基づいて、前記フィルタ手段により、前記変換のための補間画素を作成するよう構成したことを特徴とする順次走査変換装置。

【請求項8】 インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換するに際し、前記インターレース走査の現フィールドの映像信号を格子状にサンプリングした原画素と、前記現フィールドの1フィールド前の前フィールドの映像信号を格子状にサンプリングした原画素と、前記現フィールドの1フィールド後の次フィールドの映像信号を格子状にサンプリングした原画素とに基づいて、前記変換のための補間画素を作成する順次走査変換装置において、前記インターレース走査の現フィールドの映像信号を1フィールド分格納する第1フィールドメモリと、前記現フィールドの1フィールド前の前フィールドの映像信号を1フィールド分格納する第2フィールドメモリと、前記前フィールドと前記現フィールドの1フィールド後の次フィールドとの間の動きの有無を検

出する動き検出手段と、前記前フィールドの映像信号、あるいは前記次フィールドの映像信号、あるいは前記前フィールドの映像信号と前記次フィールドの映像信号との重み付け加算とから走査線の補間を行うフィールド間補間手段と、前記現フィールドの映像信号から走査線の補間を行うフィールド内補間手段と、前記フィールド間補間手段で作成されたフィールド間補間信号と前記フィールド内補間手段で作成されたフィールド内補間信号との選択を行う補間信号選択手段とを備え、前記補間信号選択手段を、前記動き検出手段より得られる動き検出信号に基づいて、前記変換のための補間信号を選択するよう構成し、前記フィールド内補間手段を、作成する補間画素に対して斜め方向、または垂直方向に位置する原画素の組を選択する原画素選択手段と、前記原画素選択手段により選択された原画素の組の画素値の相関値を算出する相関値算出手段と、前記原画素の組の各原画素におけるエッジ情報を検出するエッジ情報検出手段と、前記エッジ情報検出手段で検出されたエッジ情報を用いて、前記相関値算出手段で算出された相関値を補正する相関値補正手段と、前記相関値補正手段から得られる補正された相関値のうち、最も相関性が高い原画素の組の傾き方向を検出する傾き方向検出手段と、前記傾き方向検出手段で検出された傾き方向の正誤判定の評価を行い、その評価結果に基づいて前記傾き方向の補正を行う傾き方向評価手段と、前記変換のための補間画素を作成するフィルタ手段とを備え、前記傾き方向補正手段から得られる前記傾き方向の所定数の原画素に基づいて、前記フィルタ手段により、前記変換のための補間画素を作成するよう構成したことを特徴とする順次走査変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換する順次走査変換方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、2:1インターレース走査(飛び越し走査)の映像信号を1:1順次走査の映像信号に変換する順次走査変換技術における順次走査変換装置としては、IDTV(improved definition television)受信回路に採用されている動き適応型走査線補間回路がある。動き適応型走査線補間回路の詳細についてはテレビジョン学会編、テレビジョン画像情報工学ハンドブック、P. 899~P. 900(1990)に説明されている。その内、ライン走査線補間回路として、隣接走査線をそのまま用いる2度書きライン走査線補間回路と、隣接走査線の平均を用いる平均ライン走査線補間回路とが提案されている。また、特開平6-153169号公報には、斜めエッジの解像度劣化を防ぐ目的で相関性の高い斜め方向に画素値を平均するライン走査線補間回路が

開示されている。

【0003】以下、図面を参照しながら従来の順次走査変換装置の動作について説明するが、ここで参照する図面は後述する本発明の実施の形態の説明で用いる図8と図9を引用する。図8をディスプレイ上に表示した画像として見ると、 $a \sim t$ はインターレース走査の映像信号を表示した原ライン上の原画素であり、 $p0 \sim p9$ は順次走査の映像信号を得るために作成する補間ライン上の補間画素である。ここで、原画素の画素値(ディスプレイ上の輝度値に相当)を、 $a = b = c = d = e = 10$

0、 $f = g = h = i = j = 0$ 、 $k = l = m = 100$ 、 $n = o = p = q = r = s = t = 0$ とする。この図8に示す画像は $f - n$ の傾きを持つ斜めエッジ(以下、 $f - n$ エッジという)であり、 $f - n$ エッジより左上方向が白色、右下方向が黒色である。このような場合に、上記に示す3方式の回路で補間した場合の画素値を考える。

【0004】まず、2度書きライン走査線補間回路の場合は、隣接走査線をそのまま用いるため、補間画素の画素値は、 $p0 = p1 = p2 = p3 = p4 = 100$ 、 $p5 = p6 = p7 = p8 = p9 = 0$ となり補間ラインが作成される。次に、平均ライン走査線補間回路の場合は、隣接走査線の平均を用いるため、補間画素の画素値は、 $p0 = p1 = p2 = 100$ 、 $p3 = p4 = 50$ 、 $p5 = p6 = p7 = p8 = p9 = 0$ となる。また、相関性の高い斜め方向に画素値を平均するライン走査線補間回路の場合は、相関性の評価を補間画素を中心とした垂直方向及び斜め方向の原画素間の差分値によって行い、この差分値が最も小さくなる方向を相関性の高い方向とし、その方向の原画素の平均値を補間画素の画素値とする。その

とき評価する方向は、垂直方向を中心として、左右に5方向を考える。したがって、 $p0 = p1 = 100$ となり、 $p2$ は $c - m$ 方向または、 $d - l$ 方向のいずれかを選択し $p2 = 100$ 、 $p3$ は $e - m$ 方向を選択し $p3 = 100$ 、 $p4$ は $f - n$ 方向を選択し $p4 = 0$ 、 $p5 = p6 = 0$ となる。

【0005】  
【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来の3方式によるライン走査線補間回路を用いた順次走査変換装置では、画像のエッジ部分において、以下のような画質劣化が発生するという問題点を有していた。

【0006】2度書きライン走査線補間回路の場合、図8に示すような $f - n$ エッジで、 $p3 = p4 = 100$ 、すなわち白色となるためにギザギザが生じる。その結果、インターレース表示の時に発生していたラインフリッカは全く軽減されない。

【0007】平均ライン走査線補間回路の場合、 $p3 = p4 = 50$ 、すなわち灰色となる。その結果、ラインフリッカは若干軽減されるものの、斜め方向の解像度が劣化し $f - n$ エッジにボケが生じる。

【0008】これらに対して、相関性の高い斜め方向に画素値を平均するライン走査線補間回路の場合、 $p3 = 100$ 、 $p4 = 0$ となり $f - n$ エッジが完全に補間される。ところが、図9に示す画像のような斜め線Aの場合、 $p0$ 、 $p1$ 、 $p2$ 、 $p3$ 、 $p5$ 、 $p6$ 、 $p7$ 、 $p8$ 、 $p9$ の補間画素の画素値は100となるが、 $p4$ は $b - r$ 方向、 $c - q$ 方向、 $d - p$ 方向、 $d - p$ 方向、 $f - n$ 方向、 $h - l$ 方向とともに原画素の差分値、すなわち相関性の評価結果が等しくなり方向が特定できない。たとえ、このような場合、中間的な方向を選択するようなアルゴリズムにしていたとしても、 $d - p$ 方向を選択することで $p3$ の画素値は100となる。 $p5$ も同様に、 $c - s$ 方向、 $d - r$ 方向、 $e - q$ 方向、 $g - o$ 方向、 $i - m$ 方向の相関性の評価結果が等しくなり、 $p4 = 100$ となる。その結果、斜め線Aは切断されてしまい、全く補間されない。図9の斜め線Aの場合、平均ライン走査線補間回路の方が、 $p4 = p5 = 50$ となりばけは生じるものの切断は起こらない。

【0009】以上のように、相関性の高い斜め方向に画素値を平均するライン走査線補間回路は比較的面積の大きな図形の斜めエッジ部分には有効に補間が行われるが、細い斜め線に対しては有効に補間できない場合が発生するという問題点があった。

【0010】本発明は、上記従来の問題点を解決するためであり、面によって生じた斜めエッジや斜め線に対しても有効な走査線補間を行うことができる順次走査変換方法及び順次走査変換装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の順次走査変換方法は、インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換するに際し、前記インターレース走査の1フィールドの映像信号を格子状にサンプリングした原画素に基づいて、前記変換のための補間画素を作成する順次走査変換方法において、前記補間画素に対して斜め方向、または垂直方向に位置する原画素の組を選択し、前記選択された原画素の組の画素値の差分絶対値を算出し、さらに、前記原画素の組をなすそれぞれの原画素におけるエッジ情報として垂直方向及び水平方向に隣接する画素との差分値を算出した後に、前記エッジ情報の差分絶対値を算出し、前記原画素の組の画素値の差分絶対値に対して前記エッジ情報の差分絶対値で補正を行い、前記補正された原画素の組の画素値の差分絶対値が最小となる原画素の組を選択し、前記選択された原画素の組が示す傾き方向を、前記原画素が示す傾き方向に対する相関性に基づいて、正誤判定の評価を行い、前記評価結果に基づいて、前記選択された原画素の組が示す傾き方向に対して補正を行い、作成する補間画素の画素値を、前記補正された傾き方向が示す原画素の組の画素値の平均値とするようにしたものである。

【0012】また、本発明の順次走査変換装置は、インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換するに際し、前記インターレース走査の1フィールドの映像信号を格子状にサンプリングした原画素に基づいて、前記変換のための補間画素を作成する順次走査変換装置において、作成する前記補間画素を中心とした点対称関係の原画素の組を選択する原画素選択手段と、前記原画素選択手段により選択された原画素の組の画素値の相関値を算出する相関値算出手段と、前記原画素の組の各原画素におけるエッジ情報を検出するエッジ情報検出手段と、前記エッジ情報検出手段で検出されたエッジ情報を用いて、前記相関値算出手段で算出された相関値を補正する相関値補正手段と、前記相関値補正手段から得られる補正された相関値のうち、最も相関性が高い原画素の組の傾き方向を検出する傾き検出手段と、前記傾き検出手段で検出された傾き方向の正誤判定の評価を行う傾き方向評価手段と、前記傾き方向評価手段から得られる評価結果に基づいて前記傾き方向の補正を行う傾き方向補正手段と、前記変換のための補間画素を作成するフィルタ手段とを備え、前記傾き方向補正手段から得られる前記傾き方向の所定数の原画素に基づいて、前記フィルタ手段により、前記変換のための補間画素を作成するように構成したものである。

【0013】この発明によれば、面によって生じた斜めエッジや斜め線に対しても有効な走査線補間を行うことができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の順次走査変換方法及び順次走査変換装置の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0015】1. 順次走査変換方法

本発明の順次走査変換方法の一実施の形態について説明する。

【0016】図6は本発明の順次走査変換方法の一実施の形態におけるディスプレイ上に表示した2次元画像を示し、その補間画素を中心とした垂直方向及び斜め方向の定義の説明図である。この図6に示すディスプレイ上に表示された2次元画像に基づいて、本実施の形態の順次走査変換方法の補間画素作成手順を説明する。なお、この図6に示すような2次元画像に対し、エッジ情報は水平方向及び垂直方向の2次元的な広がりを持つが、2次元のエッジ情報については、水平方向のエッジ情報及び垂直方向のエッジ情報を、それぞれ1次元のエッジ情報に分解できるため、説明簡略化のために、ここでは1次元のエッジ情報についてその定義を説明する。図7は本発明の順次走査変換方法の一実施の形態における1次元のエッジ情報の種類を示す説明図である。

【0017】図6において、順次走査変換信号を得るための補間画素をp、インターレース走査の映像信号を格子状にサンプリングした原画素をa～nとする。補間画素p

に対して、垂直方向に存在する原画素d、kの方向を方向3、右に1画素分傾斜した方向に存在する原画素e、jの方向を方向4と定義する。同様に、原画素f、iの方向を方向5、原画素g、hの方向を方向6、原画素c、lの方向を方向2、原画素b、mの方向を方向1、原画素a、nの方向を方向0と定義する。以下の説明では、画素の組によって決まる方向が、水平方向(すなわちライン方向)に近いほど、「傾斜がきつい」と表現する。

【0018】図7において、a、b、cは、インターレース走査の映像信号を、水平方向に対しては、ドットクロックfs(MHz)で、垂直方向に対しては、ラインクロックfh(kHz)で、格子状にサンプリングした原画素における画素値(ディスプレイ上の輝度値に相当する)である。原画素aは、水平方向に対しては、原画素bに対して、1ドットクロック前の画素、垂直方向に対しては、1ライン前の画素にあたる。原画素cは、水平方向に対しては、原画素bに対して、1ドットクロック後の画素、垂直方向に対しては、1ライン後の画素にあたる。原画素bにおける水平左方向エッジ情報Edge<sub>l</sub>(b)及び垂直上方向エッジ情報Edge<sub>u</sub>(b)を、原画素bの画素値に対する原画素aの画素値の差分値として定義する。また、原画素bにおける、水平右方向エッジ情報Edge<sub>r</sub>(b)及び垂直下方向エッジ情報Edge<sub>d</sub>(b)を、原画素bの画素値に対する原画素cの画素値の差分値として定義する。さらに、前記で定義した4つのエッジ情報が、正の場合を正エッジ、負の場合を負エッジ、0の場合を零エッジと定義する。正エッジ及び負エッジにおいては、4つのエッジ情報の絶対値が大きいほどエッジの傾きが大きくなり、小さいほどエッジの傾きが小さくなる。すなわち、エッジの傾きが大きいということは、その画像は急峻なエッジを有し、エッジの傾きが小さいということは、緩やかなエッジを有することを意味する。以上述べたように、エッジ情報とは、大きさと方向性を持つベクトル値である。

【0019】図8は本発明の順次走査変換方法の一実施の形態における斜めエッジに対する補間画素作成手順の説明図であり、図において、a～tはインターレース走査の映像信号を格子状にサンプリングした原画素、p0～p9は順次走査の映像信号を得るために作成する補間ライン上の補間画素である。ここで、原画素の画素値(ディスプレイ上の輝度値に相当する)を、a=b=c=d=e=100、f=g=h=i=j=0、k=l=m=100、n=o=p=q=r=s=t=0とする。図8に示す画像は、f～nの傾きを持つ斜めエッジ(以下、f～nエッジという)であり、f～nエッジより左上方向が白色、右下方向が黒色である。

【0020】このような画像に対して、順次、補間画素p0～p9を作成していくが、作成手順は次のようなステップで行う。

## 【0021】ステップ1

方向0~6までの合計7方向を傾き候補とする。

## 【0022】ステップ2

ステップ1で特定した7つの傾き候補の方向に存在する原画素の組の差分絶対値(以下、原画素差分絶対値という)をそれぞれ求める。

## 【0023】ステップ3

差分絶対値を求めた原画素について、エッジ情報を求める。エッジ情報は、水平方向に対しては、1クロック前の原画素との差分値及び1クロック後の原画素との差分値を、垂直方向に対しては、1ライン前の原画素及び1ライン後の原画素との差分値をそれぞれ求める。

## 【0024】ステップ4

ステップ2で求めた原画素差分絶対値に対して、ステップ3で求めたエッジ情報に基づいて、補正を行う。ステップ1で特定した7つの傾き候補の方向に存在する原画素の組の水平方向、垂直方向のエッジ情報の差分絶対値(以下、エッジ情報差分絶対値という)をそれぞれ求める。斜めエッジの方向における原画素においては、原画素の画素値が類似しているばかりではなく、エッジ情報についても類似している。また、エッジ情報の類似性においては、エッジの有無について考えた場合、エッジがある場合の方が類似性、すなわち相関性が高いはずである。また、エッジの方向性までもが類似していれば、一層相関性が高くなるはずである。このような理由から、エッジがあり、方向性までもが類似している場合、エッジ情報差分絶対値を求める原画素のエッジ情報が、図7の正エッジ同士や負エッジ同士のような場合、エッジ情報差分絶対値に対してある値 $\alpha$ を減算するような補正を施し、エッジがない場合、すなわち図7の零エッジのような場合、エッジ情報差分絶対値に対する補正は施さない。以下、補正を施したエッジ情報差分絶対値を補正エッジ情報差分絶対値という。以上のように求められた補正エッジ情報差分絶対値をステップ2で求めた原画素差分絶対値に加算する。以下、エッジ情報により補正された原画素差分絶対値を、エッジ情報補正原画素差分絶対値という。

## 【0025】ステップ5

ステップ4で求めたエッジ情報補正原画素差分絶対値が最小となる原画素の組を最も相関性の高い原画素の組として評価する。最小となる組が1つに特定できない場合は、方向3である原画素の組を採用する。

## 【0026】ステップ6

ステップ5において検出した原画素の組の傾き方向の評価を行う。誤検出された傾き方向を用いて、補間画素を作成すると、画像が破綻し、大きな画質劣化を生じるので、これを防止するため、傾き方向の評価を行い、誤検出された傾き方向を排除する。傾き方向の評価方法としては2つある。

【0027】第1の方法は、検出された傾き方向と、検

出された傾き方向に位置する当該補間ラインを挟む上下の補間ライン上の補間画素における傾き方向との相関性を評価する。図11は本発明の順次走査変換方法の一実施の形態における傾き方向評価の説明図であり、この図11に示すように、画像内に斜めエッジや斜め線が存在するような場合、斜め線や斜めエッジにおける傾き方向は、類似しているはずである。検出された傾き方向が、斜め線や斜めエッジ上であった場合は、その傾き方向上では相関性が高くなるはずである。このようなことから、傾き方向上での相関性を評価することで、検出された傾き方向の正誤判定を行うことができる。その方法であるが、図6に示す検出された傾き方向が方向0であった場合は、検出された傾き方向と、補間画素Aと補間画素Nそれぞれにおける傾き方向との相関性を評価する。同様に、方向1では補間画素B、Mそれぞれにおける傾き方向との相関性を、方向2では補間画素C、Lそれぞれにおける傾き方向との相関性を、方向3では補間画素D、Kそれぞれにおける傾き方向との相関性を、方向4では補間画素E、Jそれぞれにおける傾き方向との相関性を、方向5では補間画素F、Iそれぞれにおける傾き方向との相関性を、方向6では補間画素G、Hそれぞれにおける傾き方向との相関性を評価する。相関性の評価は、傾き方向間で、差分絶対値をとり、その値がある値よりも大きい場合、検出された傾き方向は誤っている可能性が高いため、その傾き方向を方向3に補正する。それ以外は、傾き方向に対する補正を行わない。

【0028】第2の方法は、検出された傾き方向と、水平方向に存在する傾き方向との相関性を評価する。水平方向に対しては、傾き方向は、ある程度の連続性を持っており、急激に傾き方向が変化することはない。このようなことから、水平方向に対して、傾き方向の相関性を評価することで、検出された傾き方向の正誤判定を行うことができる。その方法は以下の通りである。まず、検出された傾き方向と、その傾き方向の水平前後の傾き方向それぞれとの差分絶対値を算出する。その差分絶対値が、ある値よりも大きい場合、検出された傾き方向は誤っている可能性が高いため、その傾き方向を方向3に補正する。それ以外は、傾き方向に対する補正を行わない。ここでは、以上3つの方法のいずれかを用いて傾き方向の評価を行うが、これら3つの方法をいくつか組み合わせて傾き方向の評価を行ってもよい。

## 【0029】ステップ7

ステップ6で求められる傾き方向に存在する原画素の画素値を平均し、補間画素の画素値とする。

【0030】以上のようなステップ1~ステップ7の手順に従って、次のように補間画素p0~p9の画素値を求めるのであるが、その前に補間画素p3における傾き方向検出手順について、図8を参照しながら詳細に説明する。まず、方向0~方向6までの合計7方向を傾き方向候補とする。以上7つの傾き方向候補の原画素の組

は、方向0のa、qと、方向1のb、pと、方向2のc、oと、方向3のd、nと、方向4のe、mと、方向5のf、lと、方向6のg、kとになる。7つの傾き方向候補の原画素の組それぞれで差分絶対値を求めると、方向0～3、5、6では100、方向4では0となる。原画素a～g、k～qにおけるエッジ情報を求める。原画素a～c、k、p、qについては、水平左方向、水平右方向、垂直上方向、垂直下方向いずれも、差分値は0である。原画素d及びlについては、水平左方向、水平右方向、垂直上方向いずれも、差分値は0であるが、垂直下方向のみ-100となる。原画素e及びmについては、水平左方向、垂直上方向ともに、差分値は0であるが、水平右方向、垂直下方向ともに、-100となる。原画素fについては、水平右方向、垂直下方向いずれも、差分値は0であるが、水平左方向、垂直上方向いずれも、100となる。原画素gとoについては、水平左方向、水平右方向、垂直下方向いずれも、差分値は0であるが、垂直上方向は-100となる。

【0031】7つの傾き候補の原画素の組におけるエッジ情報差分絶対値を求める。方向0、1、4については、水平左方向、水平右方向、垂直上方向、垂直下方向いずれも0となる。方向2、6については、水平左方向、水平右方向、垂直下方向いずれも0であるが、垂直上方向は100となる。方向3、5については、水平右方向のみ0で、水平左方向、垂直上方向、垂直下方向いずれも100となる。これらのエッジ情報差分絶対値それぞれを、7つの傾き方向候補の原画素差分絶対値それぞれに加算する。方向0、1は変わらずに100となる。方向2、6は、垂直上方向のエッジ情報差分絶対値が加算されて、200となる。方向3、5は、水平左方向、垂直上方向、垂直下方向いずれのエッジ情報差分絶対値が加算されて、400となる。方向4は変わらずに0となる。方向4に着目すると、方向4における画素eとmでは、水平右方向、垂直下方向いずれのエッジ情報も類似している。そのため、方向4に対しては、エッジ情報差分絶対値からある値 $\alpha$ を減算する。ここでは、 $\alpha=10$ とするが、 $\alpha$ の値は正の数であればどのような数でもよい。水平右方向、垂直下方向2つのエッジ情報が類似しているため、 $10 \times 2 = 20$ を減算する。方向4については、-20となる。以上から、このように補正エッジ情報により補正された差分絶対値のうち最小となるのは、方向4の原画素eと原画素mの組となる。したがって、補間画素p3における傾き方向として、方向4が検出される。

【0032】以下、同様の手順で補間画素p4、p5における傾き方向も作成される。補間画素p4における傾き方向の検出については、7つの傾き方向候補の原画素の組は、方向0のb、rと、方向1のc、qと、方向2のd、pと、方向3のe、oと、方向4のf、nと、方向5のg、mと、方向6のh、lとになる。7つの傾き

方向候補の原画素差分絶対値をそれぞれ求めると、方向0～3、5、6では100、方向4のみ0となる。エッジ情報差分絶対値で補正を行うと、方向0、1は100、方向2は200、方向3は400、方向4は0、方向5は400、方向6は200となる。方向4における原画素fとnとは、水平左方向、垂直上方向のエッジ情報が類似している。そのため、それぞれの方向に対して、 $\alpha=10$ を減算する。それにより、方向4は-20となる。以上から、方向4の原画素fと原画素nの組が採用され、補間画素p4における傾き方向として、方向4が検出される。

【0033】補間画素p5における傾き方向検出については、エッジ情報の類似性も含めて補正された原画素差分絶対値は、方向0は100、方向1、3、5、6は200、方向4は-10となる。以上から、方向4の原画素gと原画素oの組が採用され、補間画素p5における傾き方向として、方向4が検出される。他の補間画素p0～p2、p6～p9における傾き方向が検出され、補間画素p0、p7～p9は方向3、p1、p2、p6は方向4が検出される。

【0034】以上のように検出された傾き方向に対して、評価を行う。補間画素p4とp5における傾き方向の評価手順について、図8を参照しながら詳細に説明する。まず、第1の方法における評価手順について説明するに、補間画素p4において検出された傾き方向は、方向4である。補間画素p4の上下の補間ライン上に存在する方向4上の補間画素は、補間画素q6とr2である。補間画素q6における傾き方向は、方向4である。補間画素r2における傾き方向も、方向4である。傾き方向を示す数字は、方向4であれば4を補間画素において検出された傾き方向とすると、補間画素p4は4、補間画素q6及びr2も4となる。補間画素p4における傾き方向と、補間画素q6及びr2における傾き方向との相関性を見るために、それぞれについて差分絶対値を算出する。補間画素p4における傾き方向と、補間画素q6における傾き方向との差分絶対値は0となる。また、補間画素r2との差分絶対値も0となる。以上のことから、補間画素p4における傾き方向と、補間画素q6における傾き方向及び補間画素r2における傾き方向とは、どちらも相関性が高いと言える。補間画素p4における傾き方向と、補間画素q6における傾き方向及び補間画素r2における傾き方向との相関性が高いため、補間画素p4における傾き方向は、正しいと判定され、補正は行われない。補間画素p5については、補間画素q7とr3における傾き方向を参照する。補間画素p5における傾き方向と、補間画素q7及びr3における傾き方向とは、方向4で同一であるため、相関性が高いと判定される。それにより、補間画素p5における傾き方向は、正しいと判定され、補正は行われない。

【0035】以下、同様の手順で、補間画素p0～p

3, p6~p9における傾き方向も評価される。補間画素p0, p6, p7における傾き方向においては、一方の補間画素における傾き方向とは、相関性は高いが、もう一方の補間画素における傾き方向とは、相関性はそれほど高くはない。このような場合でも、一方の補間画素における傾き方向とは相関性が高いため、正しいと判定し、補正は行わない。これにより、補間画素p0~p3, p6~p9における傾き方向は、すべて正しいと判定され、補正は行われない。

【0036】第2の方法における評価手順について説明する。補間画素p4における傾き方向は方向4である。また、補間画素p4に対して水平左方向に位置する(1クロック前の)補間画素p3における傾き方向も方向4である。さらに、補間画素p4に対して水平右方向に位置する(1クロック後の)補間画素p5における傾き方向も方向4である。補間画素p4における傾き方向と、補間画素p3における傾き方向及び補間画素p5における傾き方向それぞれとの相関性を見るために、差分絶対値を算出すると、それぞれ0となる。すなわち、傾き方向に関しては、水平方向に相関性が高いと言える。水平方向に相関性が高いから、補間画素p4における傾き方向は、正しいと判定され、補正は行われない。

【0037】補間画素p5についても、補間画素p4とp6における傾き方向とは、それぞれ同一である。よって、補間画素p5における傾き方向も正しいと判定され、補正は行われない。

【0038】以下、同様の手順で、補間画素p0~p3, p6~p9における傾き方向も評価される。補間画素p1やp7においては、一方の補間画素の傾き方向とは相関性は高いが、もう一方の補間画素の傾き方向とはそれほど相関性は高くはない。しかしながら、このような場合でも、一方が相関性が高いのであれば、当該補間画素における傾き方向は正しいと判定し、補正は行わない。よって、補間画素p1やp7における傾き方向は正しいと判定され、補正は行われない。これにより、補間画素p0~p3, p6~p9における傾き方向は、すべて正しいと判定され、補正は行われない。

【0039】以上、第1の方法、第2の方法のいずれかを用いて、傾き方向の評価を行ったが、第1の方法から第2の方法を組み合わせて、傾き方向の評価を行ってもよい。前記の説明では、第1の方法、第2の方法において、傾き方向評価判定基準を低く設定したが、これを厳しく設定してもよく、厳しくしたとしても斜めエッジの傾き方向を損なうことにはならない。

【0040】以上のようにして求められた傾き方向を用いて、補間画素p0~p9における画素値を算出すると、補間画素p0~p3は100、補間画素p4~p9は0となり、f-nエッジが完全に補間される。

【0041】図9は本発明の順次走査変換方法の一実施の形態における斜め線に対する補間画素作成手順の説明

図であり、この図9に示す画像のように、斜め線Aの場合の補間画素p0~p9を求める。まず、補間画素p3~p6に対する補間画素作成手順について述べる。補間画素p3については、原画素差分絶対値は、方向0, 1, 4は0、方向2, 3, 5, 6は100となる。これに対してエッジ情報による補正を施すと、方向0に対しては原画素aは、水平方向、垂直方向ともに図7に示す零エッジであるが、原画素qは垂直上方向に図7の正エッジが存在するため100が加算されて100となる。方向1に対しては、原画素bは、水平方向、垂直方向ともに零エッジであるが、原画素pは、垂直上方向、水平左方向ともに正エッジが存在するため200が加算されて200となる。方向2に対しては、原画素cは、水平方向、垂直方向ともに、零エッジであるが、原画素oは、垂直上方向、垂直下方向、水平右方向いずれにも正エッジが存在するため300が加算されて400となる。方向3に対しては原画素dは、垂直下方向のみに、負エッジが存在するが、原画素nは垂直上方向、水平左方向ともに負エッジが、垂直下方向には正エッジが存在するため400が加算されて500、方向4に対しては原画素eは、垂直下方向、水平右方向ともに負エッジで、原画素mも同様に、垂直下方向、水平右方向ともに負エッジであるため、画素差分絶対値は変わらず0となる。方向5に対しては、原画素fは垂直上方向、水平左方向ともに負エッジが存在し、垂直下方向は正エッジが存在し、原画素lは垂直下方向のみ負エッジが存在するため、400が加算されて500となる。方向6に対しては原画素gは、垂直上方向には負エッジが存在し、垂直下方向、水平右方向には正エッジが存在し、原画素kは垂直方向水平方向ともに零エッジである300が加算されて400となる。さらに、方向4に対しては、原画素eと原画素mとは、垂直下方向、水平右方向ともに負エッジで、類似しているため、10を減算する。垂直下方向、水平右方向それぞれに対して減算を行うため、方向4では、20が減算され、-20となる。以上から、補間画素p3における傾き方向として、方向4が検出される。

【0042】補間画素p4については、原画素差分絶対値は、方向0~2, 4, 6は0、方向3, 5は100となる。これに対してエッジ情報による補正を施す。方向1に対しては、変わらずに0のままである。方向1に対しては、原画素cは、水平方向、垂直方向ともに零エッジであるが、原画素qは垂直上方向に正エッジが存在するため100が加算されて100となる。方向2に対しては、原画素dは、垂直下方向のみに、負エッジが存在するが、原画素pは、垂直上方向、水平左方向ともに正エッジが存在するため300が加算されて300となる。方向3に対しては、原画素eは、垂直下方向、水平右方向ともに負エッジで、原画素oは、垂直上方向、垂直下方向、水平右方向いずれにも正エッジが存在するた



め500が加算されて600となる。方向4に対しては、原画素fは垂直上方向、水平左方向ともに負エッジが存在し、垂直下方向は正エッジが存在し、原画素nも同様に垂直上方向、水平左方向ともに負エッジが、垂直下方向には正エッジが存在する。原画素fと原画素nとは、垂直上方向、垂直下方向、水平左方向いずれも、エッジ情報が類似しているため、30を減算する。その結果、方向4に対しては、-30となる。方向5に対しては、原画素gは垂直上方向には負エッジ、垂直下方向、水平右方向には正エッジが存在し、原画素mは垂直下方向、水平右方向ともに負エッジが存在するため、500が加算されて600となる。方向6に対しては、原画素hは垂直上方向、水平左方向には正エッジが存在し、原画素lは垂直下方向に負エッジが存在するため、300が加算されて300となる。以上から、補間画素p4における傾き方向として方向4が検出される。

【0043】補間画素p5については、エッジ情報補正原画素差分絶対値は、方向0が0、方向1が100、方向2が300、方向3が600、方向4が-30、方向5が600、方向6が300となる。以上から、補間画素p5における傾き方向として方向4が検出される。

【0044】補間画素p6については、エッジ情報補正原画素差分絶対値は、方向0が100、方向1が200、方向2が400、方向3が500、方向4が-20、方向5が500、方向6が400となる。以上から、補間画素p6における傾き方向として方向4が検出される。

【0045】他の補間画素p0~p2、p7~p9における傾き方向についても同様の手順で検出され、補間画素p0、p9における傾き方向としては、方向3、補間画素p1、p2、p7、p8における傾き方向としては、方向4が検出される。

【0046】第1の方法を用いて、補間画素における傾き方向を評価する。補間画素p4における傾き方向においては、その傾き方向上に存在する補間画素q6とr3における傾き方向を参照する。補間画素p4における傾き方向と、補間画素q6及びr3における傾き方向とは、差分絶対値を算出すると、0になり、相関性が高い。よって、補間画素p4における傾き方向は、正しいと判定され、傾き方向に対する補正を行わない。

【0047】以下、同様の手順で、補間画素p0~p3、p5~p9における傾き方向を評価すると、すべて、正しいと判定され、傾き方向に対する補正を行わない。

【0048】第2の方法を用いて、補間画素における傾き方向を評価する。補間画素p4における傾き方向は、方向4である。補間画素p4に対して水平左方向に位置する補間画素p5における傾き方向も方向4である。さらに、補間画素p4に対して水平右方向に位置する(1クロック後の)補間画素p5における傾き方向も方向4

である。補間画素p4における傾き方向と、補間画素p3における傾き方向及び補間画素p5における傾き方向それぞれとの相関性を見るために、差分絶対値を算出すると、それぞれ0になり、相関性が高い。よって、補間画素p4における傾き方向は、正しいと判定され、傾き方向に対する補正を行わない。

【0049】以下、同様の手順で、補間画素p0~p3、p5~p9における傾き方向を評価すると、すべて、正しいと判定され、傾き方向に対する補正を行わない。

【0050】以上、第1の方法及び第2の方法により評価及び補正された傾き方向を用いて、補間画素を作成する。第1の方法、第2の方法いずれの方法により評価及び補正された傾き方向を用いたとしても、補間画素p0~p3、p6~p9の画素値は0となり、補間画素p4、p5の画素値は100となる。

【0051】以上のようにして斜め線Aが完全に補間される。

【0052】図10は本発明の順次走査変換方法の一実施の形態における他の斜め線に対する補間画素作成手順の説明図であり、この図10に示す画像のように、前記図9の斜め線Aより傾斜のきつい斜め線Bの場合の補間画素p0~p9を求める。

【0053】まず、補間画素p3~p6に対する補間画素作成手順について述べる。

【0054】補間画素p3については、原画素差分絶対値は、方向0~2、5は0、方向3、4、6は100となる。これに対してエッジ情報による補正を施す。方向0に対しては、原画素aは垂直方向、水平方向ともに零エッジであるが、原画素qは垂直上方向に正エッジが存在するため100が加算されて100となる。方向1に対しては、原画素b、原画素pともに、垂直方向、水平方向ともに零エッジであるため変わらず0となる。方向2に対しては、原画素cは、垂直下方向に負エッジが存在し、原画素oは、水平左方向に正エッジが存在するため、200が加算されて200となる。方向3に対しては、原画素dは、垂直下方向に負エッジが存在し、原画素nは、垂直上方向に負エッジ、垂直下方向、水平右方向には正エッジが存在するため、400が加算されて500となる。方向4に対しては、原画素eは零エッジであるが、原画素mは垂直上方向、水平左方向ともに負エッジ、垂直下方向には正エッジが存在するため、300が加算されて300となる。方向5に対しては、原画素fは水平右方向に負エッジが存在し、原画素lも同様に水平右方向に負エッジが存在する。原画素fと原画素lとは、水平右方向において、エッジ情報が類似しているため、10を減算する。その結果、方向5に対しては、-10となる。方向6に対しては、原画素gは垂直上方向、水平左方向に負エッジが、垂直下方向には正エッジが存在し、原画素kは垂直方向、水平方向ともに零エ

ジであるため、300が加算されて400となる。以上から、補間画素p3における傾き方向として、方向5が検出される。

【0055】補間画素p4については、原画素差分絶対値は、方向0～3、5は0、方向4、6は100となる。これに対してエッジ情報による補正を施す。方向0に対しては原画素bは、水平方向、垂直方向ともに零エッジであるが、原画素rは垂直上方向に正エッジが存在するため、100が加算されて100となる。方向1に対しては原画素cは、垂直下方向に負エッジが存在するが、原画素qは、垂直上方向に正エッジが存在するため、200が加算されて200となる。方向2に対しては原画素dは、垂直下方向に負エッジが存在するが、原画素pは垂直方向、水平方向ともに零エッジであるため、100が加算されて100となる。方向3に対しては、原画素eは垂直方向、水平方向ともに零エッジであるが、原画素oは水平左方向に正エッジが存在するため、100が加算されて100となる。方向4に対しては、原画素fは、水平右方向に負エッジが存在し、原画素nは、垂直上方向に負エッジが、垂直下方向、水平右方向に正エッジが存在するため、400が加算されて500となる。方向5に対しては原画素gは、垂直上方向、水平左方向ともに負エッジが、垂直下方向に正エッジが存在し、原画素mも同様のエッジが存在するため、30が減算されて-30となる。方向6に対しては原画素hは、垂直上方向に負エッジが、垂直下方向、水平右方向に正エッジが存在し、原画素lは、水平右方向に負エッジが存在するため、300が加算されて400となる。補間画素p4における傾き方向として、方向5が検出される。

【0056】補間画素p5については、エッジ情報補正原画素差分絶対値は、方向0が100、方向1が200、方向2が100、方向3が100、方向4が500、方向5が-30、方向6が500となる。以上より、補間画素p5における傾き方向として、方向5が検出される。

【0057】補間画素p6については、エッジ情報補正原画素差分絶対値は、方向0が100、方向1が0、方向2が200、方向3が500、方向4が300、方向5が-10、方向6が300となり、補間画素p6における傾き方向として、方向5が検出される。

【0058】他の補間画素p0～p2、p7～p9における傾き方向についても同様の手順で検出され、補間画素p0、p9における傾き方向として、方向3が、補間画素p1、p2、p7、p8における傾き方向として、方向5が検出される。

【0059】以上のように検出された傾き方向に対して、第1の方法と第2の方法を用いて、傾き方向の評価を行う。

【0060】第1の方法を用いて、補間画素における傾

き方向を評価する。補間画素p4における傾き方向においては、その傾き方向上に存在する補間画素q8とr0における傾き方向を参照する。補間画素p4における傾き方向と、補間画素q6及びr3における傾き方向とは、差分絶対値を算出すると、0になり、相関性が高いため、補間画素p4における傾き方向は、正しいと判定され、傾き方向に対する補正を行わない。

【0061】以下、同様の手順で、補間画素p0～p3、p5～p9における傾き方向を評価すると、すべて、正しいと判定され、傾き方向に対する補正を行わない。

【0062】第2の方法を用いて、補間画素における傾き方向を評価する。補間画素p4における傾き方向は、方向5である。補間画素p4に対して水平左方向に位置する補間画素p5における傾き方向も方向5である。さらに、補間画素p4に対して水平右方向に位置する(1クロック後の)補間画素p5における傾き方向も方向5である。補間画素p4における傾き方向と、補間画素p3における傾き方向及びp5における傾き方向それぞれとの相関性を見るために、差分絶対値を算出すると、それぞれ0になり、相関性が高い。よって、補間画素p4における傾き方向は、正しいと判定され、傾き方向に対する補正を行わない。

【0063】以下、同様の手順で、補間画素p0～p3、p5～p9における傾き方向を評価すると、すべて、正しいと判定され、傾き方向に対する補正を行わない。

【0064】以上のようにして斜め線Bが完全に補間される。なお、上記の実施の形態では、補間画素の画素値を求める際に、最も相関性が高いと判断された補間方向に存在する補間画素に最も近い原画素の画素値を平均したが、補間方向に存在する原画素の画素数を増やすことで、さらに、高精度に補間画素の画素値を求めることができる。すなわち、補間方向に存在する上方2ライン上の2つの原画素と下方2ライン上の2つの原画素の合計4つの原画素の画素値に、それぞれ所定の係数を掛け合わせ加算することで補間画素の画素値を求めればよい。さらに、相関性の評価を原画素の画素値の差分値より行ったが、原画素の画素数を増やすことも、同様に実施できる。

【0065】以上のように、本実施の形態によれば、インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換する際、画素値の差分絶対値を求める原画素の組の候補を補間画素を中心とした点対称関係の原画素の組の中から選択し、この内の、画素値の差分絶対値を算出し、算出された差分絶対値を、原画素のエッジ情報に基づいて、補正し、補正された差分絶対値が最小となる原画素の組を選択し、その選択された原画素の組が正しいか誤りであるかの評価を行い、その評価結果に基づいて補間画素を作成することにより、面によって生じた斜めエッ

ジや斜め線に対しても有効な走査線補間を行うことができる順次走査変換方法が得られる。

#### 【0066】2. 順次走査変換装置

本発明の順次走査変換装置の一実施の形態について説明する。なお、後で用いる傾き方向の定義については、前記順次走査変換方法において説明した定義と同様であり、図6に示す方向0～方向6と定義する。

【0067】図1は本発明の順次走査変換装置の一実施の形態における要部の回路構成を示すブロック図、図2は本発明の順次走査変換装置の一実施の形態におけるフィールド内補間回路の動作を説明するためのブロック図、図3は本発明の順次走査変換装置の一実施の形態における傾き評価回路例の動作を説明するためのブロック図、図4は本発明の順次走査変換装置の一実施の形態における他の傾き評価回路例の動作を説明するためのブロック図であり、これら各図は前記本発明の順次走査変換方法を実現するための装置を示している。

【0068】図1において、入力信号は、2:1インターレース走査の映像信号をサンプリング周波数 $f_s$  (MHz)でサンプリングしたディジタル映像信号(原信号)であり、出力信号は、サンプリング周波数が $2 \times f_s$  (MHz)の1:1順次走査の映像信号である。

【0069】入力信号が1Hメモリ(1Hはインターレース走査の映像信号の1ラインに相当)111、112、113で遅延され、 $(y-1)$ ライン、 $y$ ライン、 $(y+1)$ ライン、 $(y+2)$ ラインの4ライン上の原信号が同時に得られる。それぞれのライン上の原信号はRAM(ランダム・アクセス・メモリ)109に記憶される。同時に、原信号選択回路102では、 $y$ ラインと $(y+1)$ ラインの原信号から傾き候補となる原信号が選択される。選択された傾き候補の原信号間での相関値を、相関値算出回路103で算出する。それと同時に、エッジ情報検出回路104では、 $y$ ライン及び $(y+1)$ ラインの原信号それぞれの水平方向及び垂直方向のエッジ情報を検出する。エッジ情報検出回路104で出力されたエッジ情報を用いて相関値算出回路103で算出された相関値に対して補正を相関値補正回路105で施す。補正が施された相関値は傾き検出回路106に入力され、最も相関性の高い傾き方向が検出される。傾き検出回路106で検出された傾きは、傾き評価回路107で正誤評価され、正しいと判定された場合は、傾き検出回路106で検出された傾きが補間方向として出力され、誤りであると判定された場合は、傾きとして方向3が補間方向として出力される。検出された補間方向は、アドレス算出回路108に入力される。

【0070】アドレス算出回路108は、補間信号を算出するために必要な原信号が記憶されているRAM109のアドレスを算出する。補間信号を算出するために必要な原信号は、 $(y-1)$ ライン、 $y$ ライン、 $(y+1)$ ライン、 $(y+2)$ ライン上にあり、算出する補間信号を中

心として、傾き評価回路107で検出された補間方向の4つの原信号である。アドレス算出回路108によって、RAM109から呼び出された4つの原信号は、フィルタ手段としてのフィルタ回路114でフィルタ係数メモリ110の所定の係数と重み付け加算され、補間信号となって時間軸変換回路115へ入力される。時間軸変換回路115では、原信号と補間信号がそれぞれ2倍に時間軸圧縮され、1ライン毎に交互に出力することで順次走査の映像信号が得られる。

【0071】次に、図2を用いて、フィールド内補間回路117の動作について詳細に説明する。図2において、1Hメモリ112で遅延された入力信号は、 $y$ ライン上の原信号であり、1D遅延器(1Dはインターレース走査の1画素に相当)2101～2106で遅延され、原信号 $a \sim g$ が得られる。原信号 $a \sim g$ は図6に示す原ライン $y$ 上の $a \sim g$ に相当する。1Hメモリ113で遅延された入力信号は、 $(y+1)$ ライン上の原信号であり、1D遅延器2108～2113で遅延され、原信号 $h \sim n$ が得られる。原信号 $h \sim n$ は図6に示す原ライン $(y+1)$ 上の $h \sim n$ に相当する。減算器2121～2127によって、図6に示す方向0～6の原信号の組に対する差分値を求める。求められた差分値を絶対値回路2128により絶対値化し、相関性を示す相関値として、相関値補正回路2129～2135に入力する。

【0072】一方、 $y$ ライン上の原信号の水平方向のエッジ情報を、減算器2136～2142を用いて、隣接原信号との差分値として算出する。また、 $(y+1)$ ライン上の原信号の水平方向のエッジ情報も、減算器2143～2149を用いて、差分値を算出する。 $y$ ライン上の原信号の水平方向のエッジ情報と、 $(y+1)$ ライン上の原信号の水平方向のエッジ情報に基づいて、絶対値回路2128で算出された相関値を、相関値補正回路2129～2135で補正する。

【0073】相関値補正回路2129～2135における相関値の補正処理内容は、方向0～6の原信号の組に対する差分値を算出する場合と同様に、方向0～6の原信号の組それぞれに対応する水平方向のエッジ情報の差分値を算出する。算出された水平方向のエッジ情報の差分値を絶対値化し、この差分絶対値に基づいて、相関値の補正を行う。相関値の補正は、相関値に対して水平方向のエッジ情報の差分絶対値を加算するだけであるが、水平方向のエッジ情報の差分絶対値が小さい場合、補正方法が若干異なる。エッジ情報の差分絶対値が小さいということは、同様のエッジが存在していることを意味する。しかしながら、同じエッジ情報の差分絶対値が小さくとも、エッジの有無により、相関性の意味合いが若干異なる。エッジ情報の差分絶対値が同じで、一方は、エッジ無、もう一方は、エッジ有の場合、隣接した原信号間で、エッジの傾き、すなわちエッジの方向性を検索している以上、エッジ有の場合の方が、相関性が高いはず

である。このようなことから、エッジ情報の差分絶対値が小さくて、エッジ有の場合は、そのエッジ情報の差分絶対値が加算された相関値からある値 $\alpha$ を減算する。前記の相関値補正回路はこの処理内容に即した回路構成であれば、どのような構成であってもよい。また、この相関値補正回路をルックアップテーブルメモリで構成したとしても、同様の効果が得られる。

【0074】このように相関値補正回路2129~2135において補正された相関値は、垂直方向のエッジ情報により補正を行う相関値補正回路2150~2156 10に入力される。また、yライン上の原信号の垂直方向のエッジ情報を、減算器2157~2163を用いて、yライン上の原信号の直上に位置する(y-1)ライン上の原信号との差分値として算出する。さらに、(y+1)ライン上の原信号の垂直方向のエッジ情報を、減算器2164~2170を用いて、差分値を算出する。yライン上の原信号の垂直方向のエッジ情報と、(y+1)ライン上の原信号の垂直方向のエッジ情報に基づいて、水平方向のエッジ情報により補正された相関値を、相関値補正回路2150~2156で補正する。

【0075】相関値補正回路2150~2156における相関値の補正処理内容は、水平方向エッジ情報による相関値補正処理内容と同様である。

【0076】評価回路2171では、水平方向エッジ情報及び垂直方向エッジ情報により補正された相関値Dr0~Dr6の最小値が評価される。相関値Dr0が最小値として評価された場合は、補間方向は、図6に示す方向0であり、傾き方向Pとして0が出力される。以下同様に、相関値Dr1の場合は傾き方向P=1、相関値Dr2の場合は傾き方向P=2、相関値Dr3の場合は傾き方向P= 30 3、相関値Dr4の場合は傾き方向P=4、相関値Dr5の場合は傾き方向P=5、相関値Dr6の場合は傾き方向P=6が出力される。

【0077】傾き評価回路2183では、傾き方向Pの方向に存在する1ライン上の補間画素の傾き方向と、1ライン下の補間画素の傾き方向を選択し、選択された傾き方向との相関性から傾き方向Pについての正誤判定を行う。正しいと判定された場合は、補間方向P'として傾き方向Pが、誤りであると判定された場合は、補間方向P'として方向3に補正されて出力される。

【0078】アドレス算出回路2172は、補間方向P'を受けて、RAM2173~2176のアドレスを算出する。RAM2173には(y-1)ライン上の原信号、RAM2174にはyライン上の原信号、RAM2175には(y+1)ライン上の原信号、RAM2176には(y+2)ライン上の原信号が記憶されており、補間方向P'に存在する4つの原信号のアドレスを算出する。アドレス算出回路2172によって、RAM2173~2176から呼び出された4つの原信号は、それぞれ乗算器2177~2180でフィルタ係数メモリ21 50

81の所定の係数が掛けあわせられ、加算器2182で加算されて補間信号が得られる。

【0079】次に、図3を用いて傾き評価回路2183の動作について詳細に説明する。

【0080】評価回路2171から出力された傾き方向Pは、1Hメモリ301と1Hメモリ302で遅延される。評価回路2171から出力された傾き方向PはP(1)、1Hメモリ301で遅延された傾き方向PはP(0)、1Hメモリ302で遅延された傾き方向PはP(-1)としてRAM303に入力される。アドレス算出回路304では、傾き方向P(0)の方向に存在する補間画素の傾き方向を選択するためのアドレスを算出する。すなわち、図6において、当該の補間画素がpで傾き方向P(0)が方向4であった場合、上方の補間ライン上の補間画素Eの補間方向と、下方の補間ライン上の補間画素Jの補間方向が選択されるようなアドレスが算出される。RAM303では、アドレス算出回路304で算出されたアドレスに従って、傾き方向P(0)の方向に存在する補間画素の傾き方向としてP1、P2が選択され 20る。RAM303で選択された傾き方向P1、P2と当該補間画素の傾き方向P(0)は傾き方向判定回路305に入力され、傾き方向P(0)の正誤判定を行う。傾き方向判定回路305では、傾き方向P(0)とRAM303で選択された傾き方向P1及びP2との比較を行う。傾き方向P(0)に対して、傾き方向P1か傾き方向P2のいずれかが類似している場合、傾き方向P(0)は正しいと判定される。それ以外は、誤りであると判定される。傾き方向判定回路305の判定結果を受けて、補間方向選択回路306では、補間方向P'として傾き方向P(0)か方向3のいずれかを選択する。傾き方向判定回路305の判定結果が、正しいという判定結果であれば、補間方向P'として傾き方向P(0)を、誤りであるという判定結果であれば、補間方向P'として方向3が選択される。

【0081】次に、図8に示す画像のp3を求める過程を用いて具体的な動作を説明する。p3を求めるときの原信号a~gは図6のa~gに、原信号h~nは図6のk~qに一致する。方向0のaとn、方向1のbとm、方向2のcとl、方向3のdとk、方向4のeとj、方向5のfとi、方向6のgとhそれぞれ原信号の組の差分値を減算器2121~2127で算出し、絶対値回路2128で絶対値化する。絶対値回路2128から出力される差分絶対値、すなわち相関値は、方向0~3及び方向5、6では100、方向4のみ0となる。

【0082】一方、yライン上の原信号a~gの水平方向のエッジ情報は減算器2136~2142で算出され、原信号a~e、gは0、原信号fのみ-100となる。(y+1)ライン上の原信号h~nの水平方向のエッジ情報は減算器2143~2149で算出され、原信号l~n、h~jは0、原信号kのみ-100となる。

【0083】相関値補正回路2129~2135において、方向0~6に応じた原信号の水平方向のエッジ情報の差分絶対値を求める。方向0~2, 4, 6において、エッジ情報の差分絶対値は0となり、方向3, 5においては100となる。ここで求めた水平方向のエッジ情報の差分絶対値を絶対値回路2128から出力される相関値に加算する。方向0~2, 4, 6においては、yライン上の原信号も(y+1)ライン上の原信号も水平方向にはエッジが存在しないため、相関値の値には変化がないが、方向3, 5においては、どちらか一方のラインの原信号に水平方向のエッジが存在するため、水平方向のエッジ情報の差分絶対値を加算され、方向3, 5ともに200となる。

【0084】yライン上の原信号a~gの垂直方向のエッジ情報は、減算器2157~2163で算出され、原信号a~eは0、原信号f~gは-100となる。(y+1)ライン上の原信号h~nの垂直方向のエッジ情報は、減算器2164~2170で算出され、原信号m, n, h~jは0、原信号k, lは-100となる。

【0085】相関値補正回路2150~2156において、方向0~6に応じた原信号の垂直方向のエッジ情報の差分絶対値を求める。方向0, 1, 4は0、方向2, 3, 5, 6は100となる。ここで求めた垂直方向のエッジ情報の差分絶対値を、相関値補正回路2129~2135で補正された相関値に加算すると、方向0, 1は100、方向2, 6は200、方向3, 5は300、方向4は0となる。

【0086】評価回路2171では、相関値補正回路2150~2156で補正された相関値Dr0~Dr6の最小値の評価を行うと、方向4の相関値Dr4=0が評価され、傾き方向Pとして4が出力される。

【0087】傾き方向Pは、傾き評価回路2183で傾き方向の正誤判定をする。傾き方向Pは1Hメモリ301, 302で遅延される。1Hメモリ301で遅延された傾き方向はP(0)、1Hメモリ302で遅延された傾き方向はP(-1)、遅延されない傾き方向はP(1)とする。ここで、求めようとしているp3の傾き方向は、P(0)に相当する。よって、傾き方向P(0)は方向4である。

【0088】アドレス算出回路304では、傾き方向P(0)=4を受けて、補間画素q5の傾き方向と補間画素r1の傾き方向を選択するアドレスが算出される。アドレス算出回路304で算出されたアドレスによりRAM303では、補間画素q5の傾き方向と補間画素r1の傾き方向が選択される。補間画素q5の傾き方向は、補間画素p3と同様の手順で算出され、傾き方向としては方向4となる。補間画素r1についても同様に傾き方向としては方向4となる。よって、傾き方向判定回路305では、補間画素q6, r1のいずれの傾き方向も補間画素p3の傾き方向と類似しているため、補間画素p3

の傾き方向P(0)は正しいと判定される。その結果を受けて、補間方向選択回路306では、補間方向P'として方向4が選択される。

【0089】アドレス算出回路2172では、補間方向P'=4を受けて、p3を中心として、方向4にある4つの原信号のアドレスを算出する。アドレス算出回路2172によって、RAM2173~2176から呼び出された4つの原信号は、それぞれ掛け算器2177~2180でフィルタ係数メモリ2181の所定の係数が掛けあわせられ、加算器2182で加算されて補間信号が得られる。

【0090】フィルタ係数メモリ2181の係数として、例えば、乗算器2177に0を、乗算器2178に0.5を、乗算器2179に0.5を、乗算器2180に0を、それぞれ用いれば、補間方向Pに上下2ライン上に存在する原信号の平均値補間され、また、乗算器2177に-0.212を、乗算器2178に0.637を、乗算器2179に0.637を、乗算器2180に-0.212を、それぞれ用いれば、補間方向Pに3次畳み込み内挿補間される。どちらの補間係数を用いた場合でも補間画素p3=100となる。

【0091】同様にして、p4を求める。上記と同様に、方向0~6の原信号の組の相関値を求める。水平方向のエッジ情報の差分絶対値を求めると、すべて0となる。しかしながら、方向0~3, 5, 6においては、yライン上の原画素及び(y+1)ライン上の原画素には、エッジが存在しないが、方向4においては、yライン上、(y+1)ライン上ともに、類似したエッジが存在する。そのため、方向4の相関値に対してのみ、ある値 $\alpha 1$ を減算する。ここでは、 $\alpha 1=5$ として説明を続ける。よって、水平方向のエッジ情報により補正された相関値は、方向0~3, 5, 6は100、方向4は-5となる。続いて、減算器2157~2163で垂直方向のエッジ情報を求め、それぞれの傾きに対する垂直方向エッジ情報の差分絶対値を求めると、方向0~2, 4, 6は0、方向3, 5は100となる。この差分絶対値を水平方向のエッジ情報により補正された相関値に加算すると、方向0~2, 6は100、方向3, 5は200、方向4は-5となる。方向4に対しては、yライン上の原信号、(y+1)ライン上の原信号にそれぞれにエッジが存在し、類似しているため、相関値に対して、ある値 $\alpha 2$ を減算する。ここでも、水平方向エッジ情報による相関値補正と同様、 $\alpha 2=5$ として説明を続ける。よって、相関値は、方向4のみ-10となる。以上のように求められた相関値Dr0~Dr6の最小値を評価すると、相関値Dr4が最小となり、評価回路2171からは傾き方向Pとして4が出力される。その求めた相関値を、yライン上の原信号の水平方向及び垂直方向のエッジ情報と(y+1)ライン上の原信号の水平方向及び垂直方向のエッジ情報との差分絶対値により補正すると、相関値Dr0

～Dr6は、方向0～2、6では100、方向4では-10、方向3、5では200となる。したがって、相関値Dr4が最小となり、評価回路2171からは傾き方向Pとして4が出力される。

【0092】傾き方向P=4を受けて傾き評価回路2183では、方向4の方向に存在する補間画素の傾き方向を選択するように、RAM303のアドレスをアドレス算出回路304で算出する。RAM303では、補間画素q6とr2の傾き方向が選択される。補間画素q6の傾き方向、補間画素r2の傾き方向はp4の傾き方向と同様の手順で算出され、どちらも方向4が算出される。傾き方向判定回路305では、補間画素q6、r2の傾き方向ともに、補間画素p4の傾き方向と一致しているため、正しいと判定される。補間方向選択回路306では、傾き方向判定回路305での正しいという判定結果を受けて、補間画素p4の補間方向P'として方向4を選択する。その結果、p4を中心とした方向4の方向に存在する原信号よりp4=0となる。

【0093】続いて、図4を用いて、他の傾き評価回路2183の他の回路例について詳細に説明する。図4に示す傾き評価回路では、評価回路2171で算出される傾き方向Pの正誤判定を、傾き方向の水平方向の相関性から判定する。図4において、1D遅延器(1Dは1画素に相当)400で遅延された入力信号は、当該補間画素の傾き方向であり、1D遅延器401で遅延された入力信号は、当該補間画素の1画素前の補間画素の傾き方向である。遅延されない信号は、当該補間画素の1画素後の補間画素の傾き方向である。すなわち、図8において、当該補間画素がp4であった場合、1D遅延器400から出力される信号はp4の傾き方向であり、1D遅延器401から出力される信号はp3の傾き方向である。また、遅延されない信号は、p5の傾き方向である。ここで、遅延されない信号をPa、1D遅延器400で遅延される信号をPb、1D遅延器401で遅延される信号をPcとする。差分絶対値回路402では、傾き方向PaとPbとの差分絶対値を算出し、差分絶対値回路403では、傾き方向PaとPbとの差分絶対値を算出する。傾き方向判定回路404では、差分絶対値回路402、403から得られる差分絶対値を参照し、どちらかの値がある値より小さければ、傾き方向Pbは正しいと判定し、それ以外は誤りであると判定する。その結果を受けて、補間方向選択回路405では、正しい場合は傾き方向Pbを、誤りである場合は、方向3を補間方向P'として出力する。以下は前例と同様に、算出された補間方向P'を用いて、補間画素を算出する。

【0094】次に、図8に示す画像のp3を求める過程を用いて、傾き評価回路2183の他の回路例を用いたフィールド内補間回路117における具体的な動作を説明するが、傾き方向を求めるまでの手順、すなわち、図2の評価回路2171までの手順については、図3の傾

き評価回路2183を用いた場合と全く同様であるため、ここでは、省略し、傾き評価回路2183の他の回路例についてのみ詳しく説明する。

【0095】補間画素p3の傾き方向として、評価回路2171からは、方向4が出力される。図4において、補間画素p3の傾き方向は、1D遅延器400で遅延された信号Pbに相当する。また、補間画素p3の1画素前の補間画素p2の傾き方向はPaに、補間画素p3の1画素後の補間画素p4の傾き方向はPcに相当する。補間画素p2の傾き方向としては、方向4が算出され、補間画素p4についても傾き方向として、方向4が算出される。これらの算出手順は前例と本例とは全く同様である。補間画素p3の傾き方向Pb=4、p2の傾き方向Pa=4、p4の傾き方向Pc=4であるため、差分絶対値回路402、403の出力はともに0となる。差分絶対値回路402、403の出力はともに0であるから傾き方向判定回路404では、正しいと判定される。よって、補間方向選択回路405では、補間方向P'として方向4が選択される。その結果、補間画素p3=100となる。以下、同様にp4についても傾き方向の算出、評価を行うと、正しいと判定され、補間方向P'として方向4が選択され、その結果として、補間画素p4=0となる。以上のようにして順次補間信号が求められる。

【0096】以上の動作により、前記2つの例はいずれも面によって生じた斜めエッジや斜め線に対して有効な走査線補間を行うことができる。なお、これらの例では相関性の評価を原信号の差分値より行ったが、原信号の数を増やして構成することも同様に実施でき、また、相関値補正回路をルックアップテーブルメモリで構成したとしても、同様の効果が得られる。

【0097】図5は本発明の順次走査変換装置の一実施の形態におけるさらに他の傾き評価回路例の動作を説明するためのブロック図であり、以下この例について、図面を参照しながら詳しく説明する。図5において、入力端子2401からは、2:1インターレース走査の映像信号をサンプリング周波数 $f_s$ (MHz)でサンプリングしたデジタル映像信号(原信号)が入力される。入力端子2401から入力された映像信号はフィールドメモリ2402で1フィールド分遅延され、フィールドメモリ2403ではさらに1フィールド分遅延される。フィールドメモリ2402には、入力端子2401から入力される信号(以下、この信号を次フィールド信号という)の1フィールド前の信号(以下、この信号を現フィールド信号という)が格納され、フィールドメモリ2403には、さらに1フィールド前、すなわち2フィールド前の信号(以下、この信号を前フィールド信号という)が格納されている。動き検出回路2404では、前フィールド信号と次フィールド信号とから現フィールドでの動きの有無を画素ごとに検出する。斜め方向ライン補間回路2

405は、前各例と本例で述べたフィールド内補間回路である。混合切換回路2406では、動き検出回路2404の結果を受けて、動きがある場合は、フィールド内補間である斜め方向ライン補間回路2405からの出力信号が選択され、動きがない場合は、フィールドメモリ2403から出力される前フィールド信号が選択される。時間軸圧縮回路2407では、現フィールド信号と混合切換回路2406から出力される補間信号とを時間軸圧縮し、順次走査信号として出力端子2408から出力される。

【0098】これにより、動きのある場合に、斜め方向ライン補間を用いるため、インターレース走査の画像で、動画の場合に斜めエッジや斜め線によく見られるインターラインフリッカやベアリング妨害を除去することができ、高品位な順次走査信号が得られる。

【0099】なお、この例では混合切換回路2406の動作としての動きの有無だけで、前フィールドの信号と斜め方向ライン補間回路2405からの出力の切り換えを行ったが、動きの大きさにより動きを何段階かに分け、前フィールドの信号と斜め方向ライン補間回路2405の補間信号とを重み付け加算しても、同様の効果が得られる。

【0100】以上のように、本実施の形態によれば、インターレース走査の映像信号を順次走査の映像信号に変換する際、画素値の差分絶対値を求める原画素の組の候補を補間画素を中心とした点対称関係の原画素の組の内から選択し、この内の、画素値の差分絶対値を算出し、算出された差分絶対値を、原画素のエッジ情報に基づいて、補正し、補正された差分絶対値が最小となる原画素の組を選択し、その選択された原画素の組が正しいか誤りであるかの評価を行い、その評価結果に基づいて補間画素を作成するよう構成したので、面によって生じた斜めエッジや斜め線に対しても有効な走査線補間を行うことができる順次走査変換装置が得られる。

【0101】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、面によって生じた斜めエッジや斜め線に対しても有効な走査線補間を行うことができるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の順次走査変換装置の一実施の形態における要部の回路構成を示すブロック図

【図2】本発明の順次走査変換装置の一実施の形態におけるフィールド内補間回路の動作を説明するためのブロック図

【図3】本発明の順次走査変換装置の一実施の形態における傾き評価回路例の動作を説明するためのブロック図

【図4】本発明の順次走査変換装置の一実施の形態における他の傾き評価回路例の動作を説明するためのブロック図

【図5】本発明の順次走査変換装置の一実施の形態にお

けるさらに他の傾き評価回路例の動作を説明するためのブロック図

【図6】本発明の順次走査変換方法の一実施の形態におけるディスプレイ上に表示した2次元画像を示し、その補間画素を中心とした垂直方向及び斜め方向の定義の説明図

【図7】本発明の順次走査変換方法の一実施の形態における1次元のエッジ情報の種類を示す説明図

【図8】本発明の順次走査変換方法の一実施の形態における斜めエッジに対する補間画素作成手順の説明図

【図9】本発明の順次走査変換方法の一実施の形態における斜め線に対する補間画素作成手順の説明図

【図10】本発明の順次走査変換方法の一実施の形態における他の斜め線に対する補間画素作成手順の説明図

【図11】本発明の順次走査変換方法の一実施の形態における傾き方向評価の説明図

【符号の説明】

100 映像信号入力端子

102 原画素選択回路

103 相関値算出回路

104 エッジ情報検出回路

105 相関値補正回路

106 傾き検出回路

107 傾き評価回路

108 アドレス算出回路

109 RAM

110 フィルタ係数メモリ

111～113 1Hメモリ

114 フィルタ回路

115 時間軸変換回路

116 映像信号出力端子

117 フィールド内補間回路

2101～2120 1D遅延器

2121～2127, 2136～2149, 2157～

2170 減算器

2128 絶対値回路

2129～2135, 2150～2156 相関値補正回路

2171 評価回路

2172 アドレス算出回路

2173～2176 RAM

2177～2180 乗算器

2181 フィルタ係数メモリ

2182 加算器

2183 傾き評価回路

2184 フィルタ回路

301, 302 1Hメモリ

303 RAM

304 アドレス算出回路

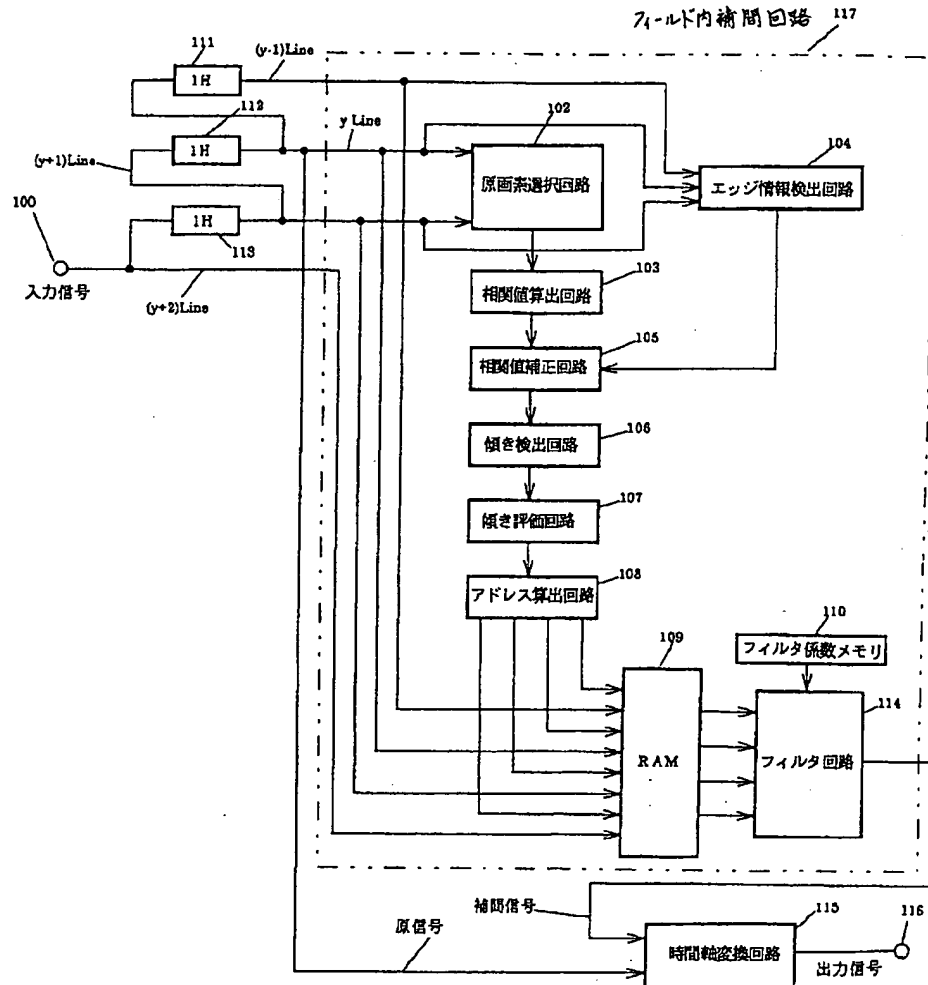
305 傾き方向判定回路

306 補間方向選択回路  
 350 アドレス算出回路  
 400, 401 1D遅延器  
 402, 403 差分絶対値回路  
 404 傾き方向判定回路  
 405 補間方向選択回路  
 2401 映像信号入力端子

\* 2402, 2403 フィールドメモリ  
 2404 動き検出回路  
 2405 斜め方向ライン補間回路  
 2406 混合切替回路  
 2407 時間軸圧縮回路  
 2408 映像信号出力端子

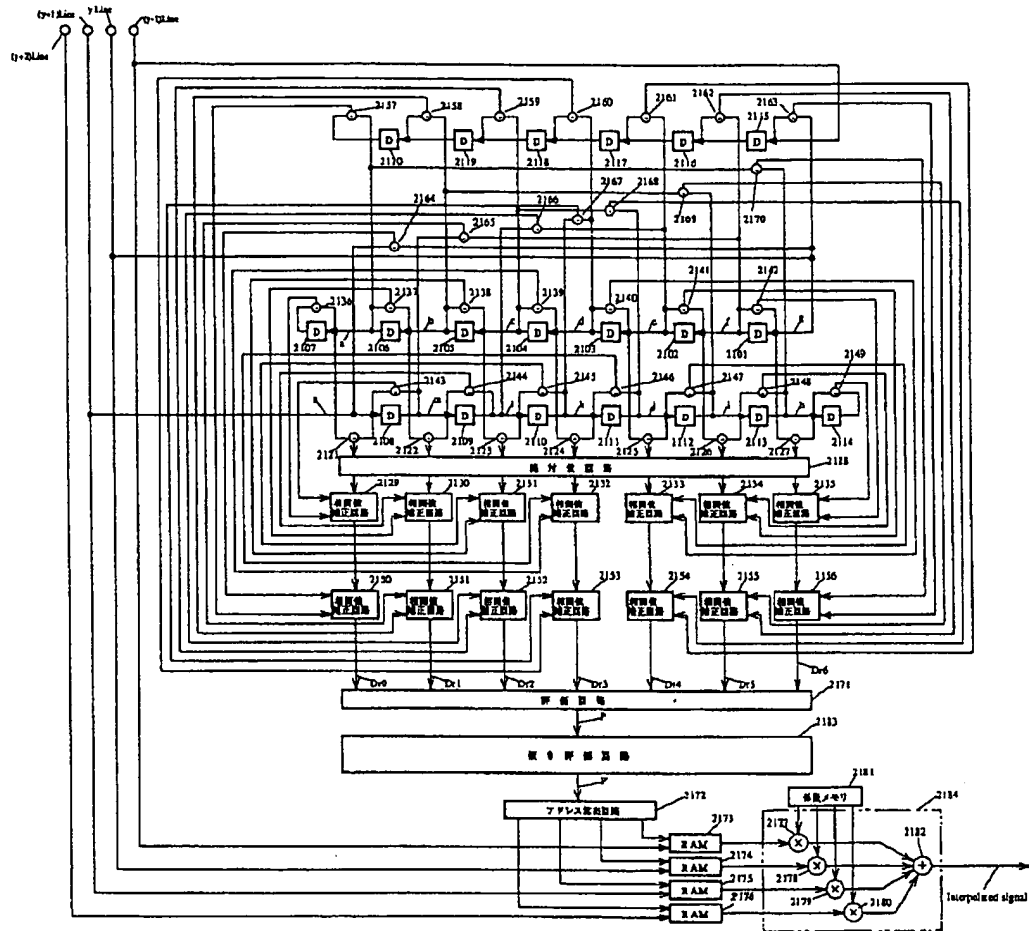
\*

【図1】

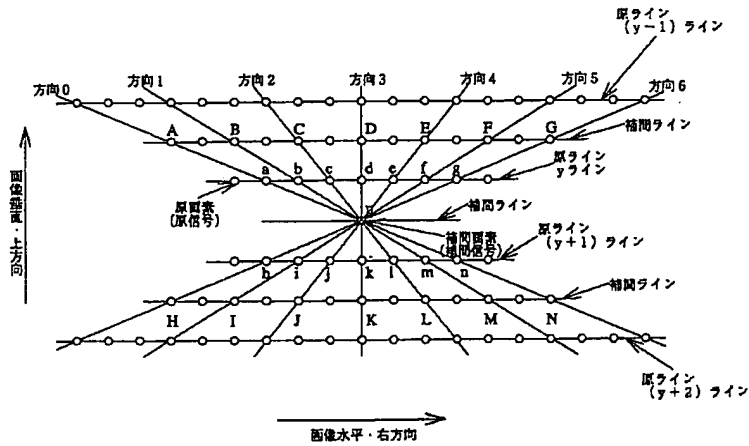




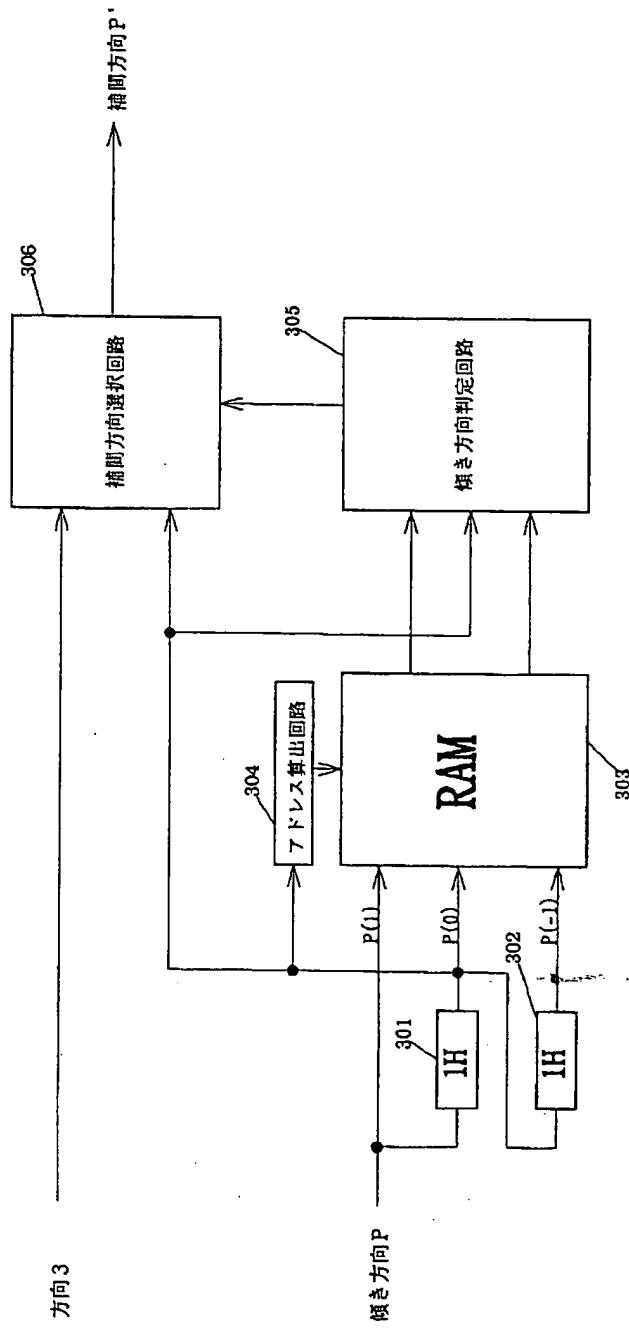
【図2】



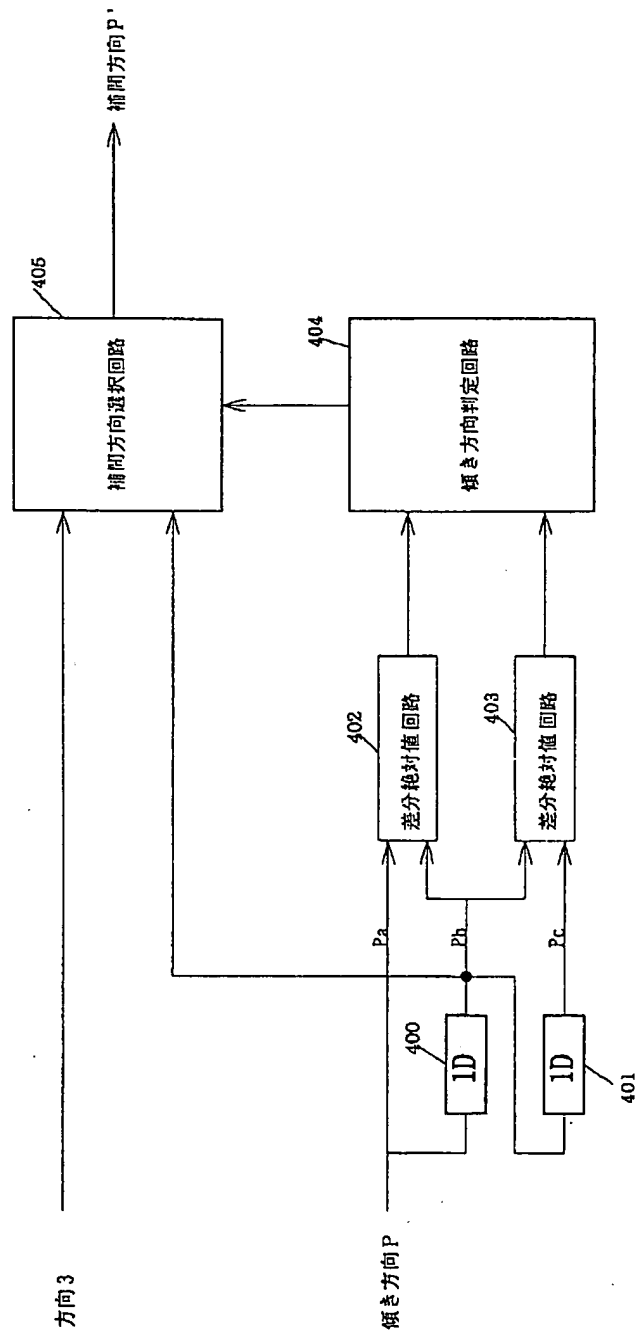
【図6】



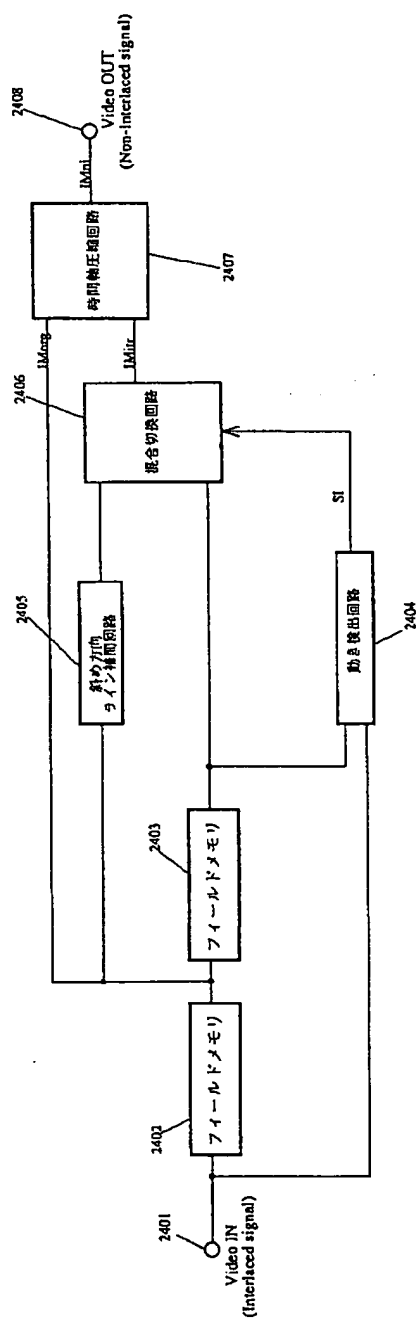
【図3】



【図 4】

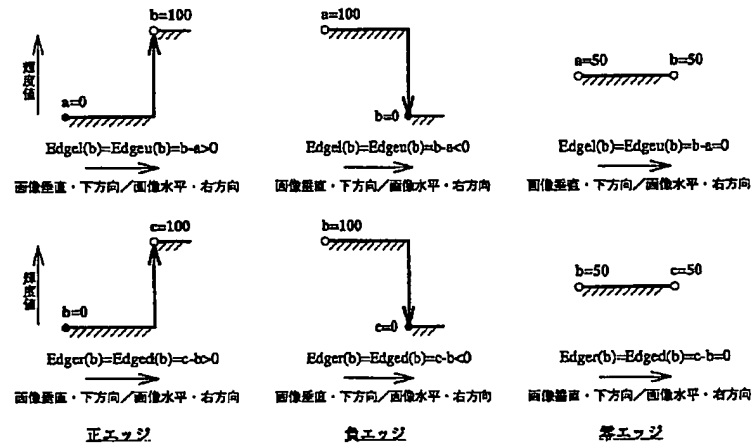


【図5】

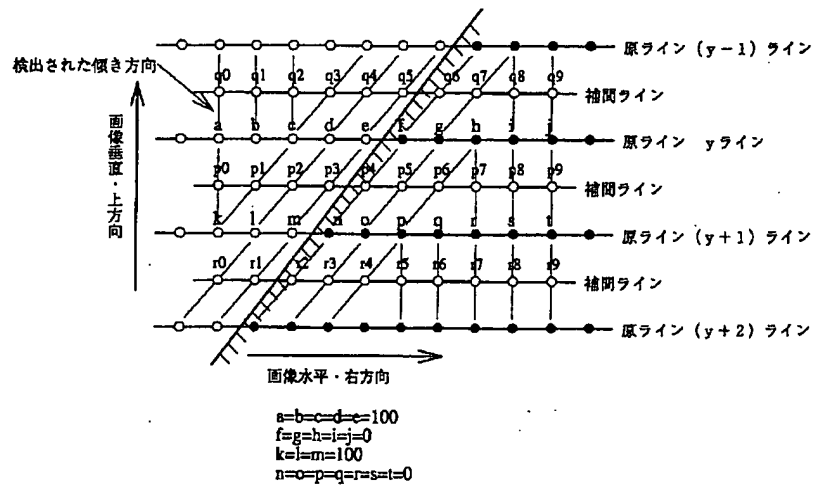


ST…補間画像選択信号  
 IMorg…原信号  
 IMlr…補間信号  
 IMni…順次走査信号

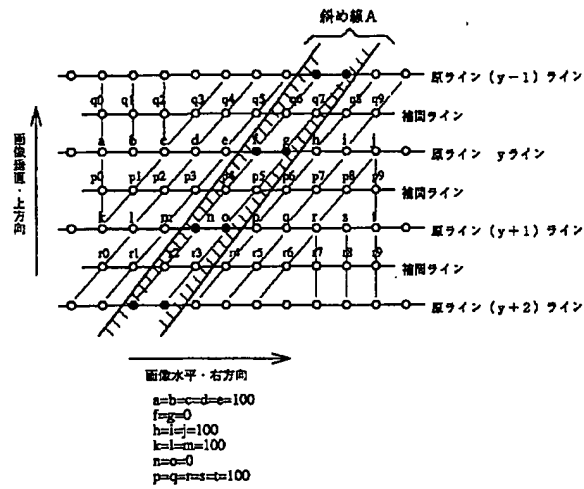
【図7】



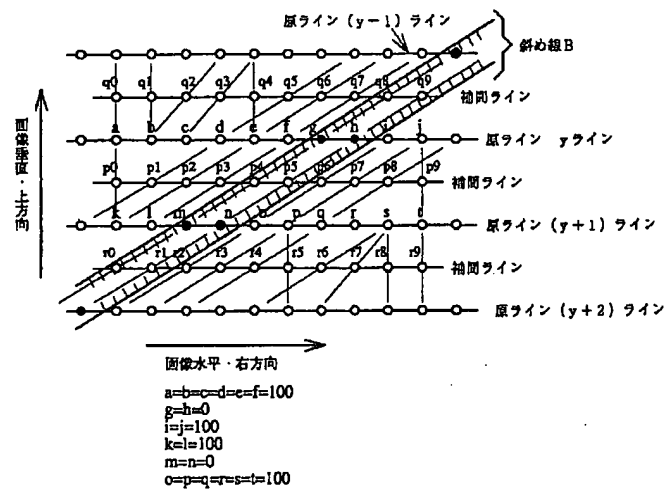
【図8】



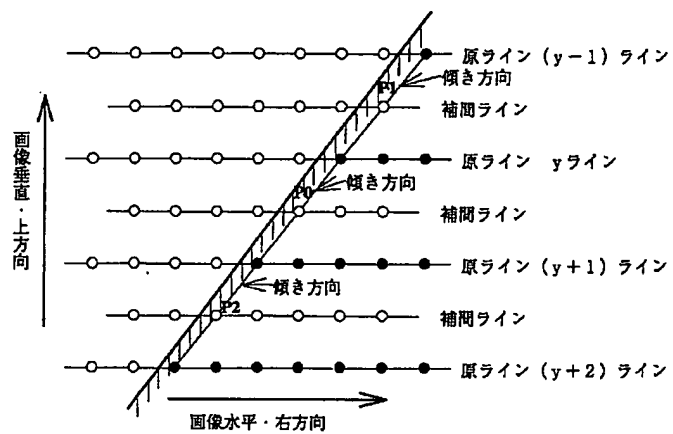
【図9】



【図10】



【図11】



Partial translation of JP11-146346 A

...omitted...

[0014]

5 [Embodiments of the Present Invention] A sequential scanning conversion method and a sequential scanning converter according to the present invention will be described while referring to the drawings.

[0015] 1. Sequential scanning conversion method

10 Description is made of an embodiment of a sequential scanning conversion method according to the present invention will be described.

[0016] Fig. 6 is a diagram showing a two-dimensional image displayed on a display in the embodiment of the sequential scanning conversion method according to the present invention and explaining the definition of a vertical direction and an oblique direction with an interpolated pixel as its center. Description is made of the procedure for interpolated pixel generation in the sequential scanning conversion method according to the present embodiment on the basis of the two-dimensional image displayed on the display shown in Fig. 6. Edge information has a two-dimensional expanse in the horizontal direction and the vertical direction with respect to the two-dimensional image shown in Fig. 6. With respect to two-dimensional edge information,

15  
20  
25



Partial translation of JP11-146346 A

...omitted...

[0014]

5 [Embodiments of the Present Invention] A sequential scanning conversion method and a sequential scanning converter according to the present invention will be described while referring to the drawings.

[0015] 1. Sequential scanning conversion method

10 Description is made of an embodiment of a sequential scanning conversion method according to the present invention will be described.

[0016] Fig. 6 is a diagram showing a two-dimensional image displayed on a display in the embodiment of the sequential scanning conversion method according to the present invention and explaining the definition of a vertical direction and an oblique direction with an interpolated pixel as its center. Description is made of the procedure for interpolated pixel generation in the sequential scanning conversion method according to the present embodiment on the basis of the two-dimensional image displayed on the display shown in Fig. 6. Edge information has a two-dimensional expanse in the horizontal direction and the vertical direction with respect to the two-dimensional image shown in Fig. 6. With respect to two-dimensional edge information,

15  
20  
25

the edge information in the horizontal direction and the edge information in the vertical direction can be respectively decomposed into one-dimensional edge information. For simplicity of description, therefore, description is herein made of the definition of one-dimensional edge information. Fig. 7 is an explanatory view showing the type of one-dimensional edge information in the embodiment of the sequential scanning conversion method according to the present invention.

[0017] In Fig. 6, let p be an interpolated pixel for obtaining a sequential scanning conversion signal, and a to n be original pixels obtained by sampling a video signal of interlace scanning in a lattice shape. The direction of the original pixels d and k existing in a direction perpendicular to the interpolated pixel p is defined as a direction 3, and the direction of the original pixels e and j existing in a direction inclined rightward by one pixel is defined as a direction 4. Similarly, the direction of the original pixels f and i is defined as a direction 5, the direction of the original pixels g and h is defined as a direction 6, the direction of the original pixels c and l is defined as a direction 2, the direction of the original pixels b and m is defined as a direction 1, and the direction of the original pixels a and n is defined as a direction 0. In the following description, the nearer the direction determined by a set of

pixels is to a horizontal direction (that is, a line direction), "the steeper the inclination is".

[0018] In Fig. 7, a, b, and c are pixel values (corresponding to luminance values on the display) in the original pixels  
5 sampled in a lattice shape by a dot clock  $f_s$  (MHz) in the horizontal direction and a line clock  $f_h$  (kHz) in the vertical direction. The original pixel a corresponds to a pixel which is one dot clock preceding the original pixel b in the horizontal direction and is one line preceding the original  
10 pixel b in the vertical direction. The original pixel c corresponds to a pixel which is one dot clock succeeding the original pixel b in the horizontal direction and is one line succeeding the original pixel b in the vertical direction. Horizontally leftward edge information  $Edge_l(b)$  and  
15 vertically upward edge information  $Edge_u(b)$  at the original pixel b are defined as a difference value between the pixel value of the original pixel a and the pixel value of the original pixel b. On the other hand, horizontal rightward edge information  $Edge_r(b)$  and vertical downward edge  
20 information  $Edge_d(b)$  at the original pixel b are defined as a difference value between the pixel value of the original pixel b and the pixel value of the original pixel c. Further, each of the four edge information defined as described above is defined as a positive edge when it is positive, is defined  
25 as a negative edge when it is negative, and is defined as a

the edge information in the horizontal direction and the edge information in the vertical direction can be respectively decomposed into one-dimensional edge information. For simplicity of description, therefore, description is herein made of the definition of one-dimensional edge information. Fig. 7 is an explanatory view showing the type of one-dimensional edge information in the embodiment of the sequential scanning conversion method according to the present invention.

10 [0017] In Fig. 6, let p be an interpolated pixel for obtaining a sequential scanning conversion signal, and a to n be original pixels obtained by sampling a video signal of interlace scanning in a lattice shape. The direction of the original pixels d and k existing in a direction perpendicular to the interpolated pixel p is defined as a direction 3, and the direction of the original pixels e and j existing in a direction inclined rightward by one pixel is defined as a direction 4. Similarly, the direction of the original pixels f and i is defined as a direction 5, the direction of the original pixels g and h is defined as a direction 6, the direction of the original pixels c and l is defined as a direction 2, the direction of the original pixels b and m is defined as a direction 1, and the direction of the original pixels a and n is defined as a direction 0. In the following description, the nearer the direction determined by a set of

15  
20  
25

pixels is to a horizontal direction (that is, a line direction), "the steeper the inclination is".

[0018] In Fig. 7, a, b, and c are pixel values (corresponding to luminance values on the display) in the original pixels  
5 sampled in a lattice shape by a dot clock  $f_s$  (MHz) in the horizontal direction and a line clock  $f_h$  (kHz) in the vertical direction. The original pixel a corresponds to a pixel which is one dot clock preceding the original pixel b in the horizontal direction and is one line preceding the original  
10 pixel b in the vertical direction. The original pixel c corresponds to a pixel which is one dot clock succeeding the original pixel b in the horizontal direction and is one line succeeding the original pixel b in the vertical direction. Horizontally leftward edge information  $\text{Edgel}(b)$  and  
15 vertically upward edge information  $\text{Edgeu}(b)$  at the original pixel b are defined as a difference value between the pixel value of the original pixel a and the pixel value of the original pixel b. On the other hand, horizontal rightward edge information  $\text{Edger}(b)$  and vertical downward edge  
20 information  $\text{Edged}(b)$  at the original pixel b are defined as a difference value between the pixel value of the original pixel b and the pixel value of the original pixel c. Further, each of the four edge information defined as described above is defined as a positive edge when it is positive, is defined  
25 as a negative edge when it is negative, and is defined as a

zero edge when it is zero. In the positive edge and the negative edge, the larger the absolute value of each of the edge information is, the higher the slope of the edge become, and the smaller the absolute value of the edge information is, the lower the slope of the edge becomes. That is, the fact that the slope of the edge is high means that the image has a steep edge, and the fact that the slope of the edge is low means that the image has a gentle edge. As described above, the edge information is a vector value having magnitude and directionality.

[0019] Fig. 8 is an explanatory view showing the procedure for interpolated pixel generation for an oblique edge in the embodiment of the sequential scanning conversion method according to the present invention. In Fig. 8, a to t denote original pixels obtained by sampling a video signal of interlace scanning in a lattice shape, and p0 to p9 denote interpolated pixels on an interpolation line generated in order to obtain a video signal of sequential scanning. It is herein assumed that the pixel values of the original pixels (corresponding to the luminance values on the display) satisfies  $a = b = c = d = e = 100$ ,  $f = g = h = i = j = 0$ ,  $k = l = m = 100$ , and  $n = o = p = q = r = s = t = 0$ . An image shown in Fig. 8 is an oblique edge with a slope of  $(f - n)$  (hereinafter referred to as an  $(f - n)$  edge). An area on the upper left side of the  $(f - n)$  edge is white, and an area on

the lower right side thereof is black.

[0020] Although interpolated pixels p0 to p9 are sequentially generated with respect to such an image, the procedure for generation is carried out in the following  
5 steps.

[0021] Step 1

A total of seven directions 0 to 6 are taken as candidates for inclination.

[0022] Step 2

10 A difference absolute value between a set of original pixels existing in each of the directions of the seven candidates for inclination specified in the step 1 (hereinafter referred to as an original pixel difference absolute value) is found.

[0023] Step 3

15 Edge information is found with respect to the original pixels between which the difference absolute value is found. As the edge information, a difference value from the original pixel in the preceding clock and a difference value from the original pixel in the succeeding clock are found in the  
20 horizontal direction, and a difference value from the original pixel in the preceding line and a difference value from the original pixel in the succeeding line are found in the vertical direction.

[0024] Step 4

25 The original pixel difference absolute value found in the

step 2 is corrected on the basis of the edge information found in the step 3. A difference absolute value between the edge information in the horizontal direction or the vertical direction in the set of original pixels existing in each of the directions of the seven candidates for inclination specified in the step 1 (hereinafter referred to as an edge information difference absolute value) is found. In the original pixels in the direction of an oblique edge, not only the pixel values of the original pixels but also the edge information are similar to one another. Further, in the similarity of the edge information, when the presence or absence of edges is considered, the edge information in a case where there are edges should be higher in similarity, that is, correlation. Further, if the edges are also similar in directionality, the correlation should be further made higher. From such reasons, in a case where there are edges and the edges are also similar in directionality, the edge information of the original pixels between which the edge information difference absolute value is found are positive edges or negative edges, as shown in Fig 7, the edge information difference absolute value is subjected to such correction as to subtract a certain value  $\alpha$  therefrom. On the other hand, in a case where there are no edges, that is, in the case of a zero edge shown in Fig. 7, the edge information difference absolute value is not subjected to



correction. The edge information difference absolute value which has been subjected to correction is hereinafter referred to as a corrected edge information difference absolute value. The corrected edge information difference absolute value found in the foregoing manner is added to the original pixel difference absolute value found in the step 2. The original pixel difference absolute value corrected by the edge information is hereinafter referred to as an edge information corrected original pixel difference absolute value.

[0025] Step 5

The set of original pixels in which the edge information corrected original pixel difference absolute value found in the step 4 is the minimum is evaluated as a set of original pixels having the highest correlation. When the number of sets of original pixels in which the edge information corrected original pixel difference absolute value is the minimum is not specified as one, the set of original pixels in the direction 3 is employed.

[0026] Step 6

The inclination direction of the set of original pixels detected in the step 5 is evaluated. When an interpolated pixel is generated using an inclination direction erroneously detected, an image is broken, thereby greatly degrading the image quality thereof. In order to prevent the

degradation, the inclination directions are evaluated, and the inclination direction erroneously detected is eliminated. There are two methods of evaluating the inclination direction.

- 5 [0027] The first method is a method of evaluating a correlation between the detected inclination direction and an inclination direction at interpolated pixels on upper and lower interpolation lines with an interpolation line positioned in the detected inclination direction interposed
- 10 therebetween. Fig. 11 is an explanatory view showing the evaluation of an inclination direction in the embodiment of the sequential scanning conversion method according to the present invention. When an oblique edge or an oblique line exists within an image, as shown in Fig. 11, the inclination
- 15 directions in the oblique line or the oblique edge should be similar. When the detected inclination direction is on the oblique line or the oblique edge, a correlation should be high in the inclination direction. This makes it possible to judge whether the detected inclination direction is right or wrong
- 20 by evaluating the correlation in the inclination direction. In the method, when the detected inclination direction shown in Fig. 6 is the direction 0, respective correlations between the detected inclination direction and the inclination directions at interpolated pixels A and N are evaluated.
- 25 Similarly, correlations from the respective inclination

directions at interpolated pixels B and M in the direction 1, correlations from the respective inclination directions at interpolated pixels C and L in the direction 2, correlations from the respective inclination directions at interpolated pixels D and K in the direction 3, correlations from the respective inclination directions at interpolated pixels E and J in the direction 4, correlations from the respective inclination directions at interpolated pixels F and I in the direction 5, and correlations from the respective inclination directions at interpolated pixels G and H in the direction 6 are evaluated. In evaluating the correlation, a difference absolute value is found between the inclination directions. When the difference absolute value is larger than a certain value, the possibility that the detected inclination direction is wrong is high, thereby correcting the inclination direction to the direction 3. In the other case, the inclination direction is not corrected.

[0028] The second method is a method of evaluating a correlation between the detected inclination direction and an inclination direction existing in the horizontal direction. In the horizontal direction, the inclination direction has a certain degree of continuity, so that the inclination direction is not rapidly changed. This makes it possible to judge whether the detected inclination direction is right or wrong by evaluating the correlation from the

inclination direction in the horizontal direction. The method is as follows. First, a difference absolute value between the detected inclination direction and each of inclination directions preceding and succeeding the inclination direction in the horizontal direction is calculated. When the difference absolute value is larger than a certain value, the possibility that the detected inclination direction is wrong is high, thereby correcting the inclination direction to the direction 3. In the other case, the inclination direction is not corrected. Although the inclination direction is evaluated using any one of the foregoing three methods, the inclination direction may be evaluated by combining the three methods.

[0029] Step 7

The pixel values of the original pixels existing in the inclination direction found in the step 6 are averaged, and an obtained average is taken as the pixel value of an interpolated pixel.

[0030] Although the pixel values of interpolated pixels p0 to p9 are found in the following manner in accordance with the foregoing procedure in the steps 1 to 7, the procedure for detecting the inclination direction at the interpolated pixel p3 will be previously described in detail while referring to Fig. 8. First, a total of seven directions 0 to 6 are taken as candidates for inclination directions. Sets

of original pixels in the seven candidates for inclination directions are a and g in the direction 0, b and p in the direction 1, c and o in the direction 2, d and n in the direction 3, e and m in the direction 4, f and l in the direction 5, and g and k in the direction 6. When the original pixel difference absolute value is found in each of the sets of original pixels in the seven candidates for inclination directions, it becomes 100 in the directions 0 to 3, 5, and 6, and zero in the direction 4. The edge information at the original pixels a to g and k to g are found. With respect to the original pixels a to c, k, p, and g, the difference value is zero in all the horizontally leftward direction, the horizontally rightward direction, the vertically upward direction, and the vertically downward direction. With respect to the original pixels d and l, the difference value is zero in all the horizontally leftward direction, the horizontally rightward direction, and the vertically upward direction, and - 100 in only the vertically downward direction. With respect to the original pixels e and m, the difference value is zero in both the horizontally leftward direction and the vertically upward direction, and - 100 in both the horizontally rightward direction and the vertically downward direction. With respect to the original pixel f, the difference value is zero in both the horizontally rightward direction and the vertically downward direction,

and 100 in both the horizontally leftward direction and the vertically upward direction. With respect to the original pixels g and o, the difference value is zero in all the horizontally leftward direction, the horizontally rightward direction, and the vertically downward direction, and - 100 in the vertically upward direction.

[0031] The edge information difference absolute value is found in each of the sets of original pixels in the seven candidates for inclination directions. With respect to the directions 0, 1, and 4, it becomes zero in all the horizontally leftward direction, the horizontally rightward direction, the vertically upward direction, and the vertically downward direction. With respect to the directions 2 and 6, it becomes zero in all the horizontally leftward direction, the horizontally rightward direction, and the vertically downward direction, and 100 in the vertically upward direction. With respect to the directions 3 and 5, it becomes zero in only the horizontally rightward direction, and 100 in all the horizontally leftward direction, the vertically upward direction, and the vertically downward direction. The edge information difference absolute values are respectively added to the original pixel difference absolute values in the seven candidates for inclination directions. With respect to the directions 0 and 1, the original pixel difference absolute

value remains 100. With respect to the directions 2 and 6, the edge information difference absolute value in the vertically upward direction is added to the original pixel difference absolute value, to become 200. With respect to the directions 3 and 5, the edge information difference absolute values in all of the horizontally leftward direction, the vertically upward direction, and the vertically downward direction are added to the original pixel difference absolute value, to become 400. With respect to the direction 4, the original pixel difference absolute value remains zero. When the direction 4 is paid attention to, the original pixels e and m in the direction 4 are similar in edge information in the horizontally rightward direction and the vertically downward direction. Therefore, with respect to the direction 4, a certain value  $\alpha$  is subtracted from the edge information difference absolute value. Here, let  $\alpha = 10$ . However, the value of  $\alpha$  may be any number, provided that it is a positive number. The two edge information in the horizontally rightward direction and the vertically downward direction are similar, so that  $10 \times 2 = 20$  is subtracted from the edge information difference absolute value. With respect to the direction 4, the original pixel difference absolute value becomes - 20. From the foregoing, the minimum of the difference absolute values thus corrected by the corrected edge information is the set of the original pixel e and the

original pixel m in the direction 4. Consequently, the direction 4 is detected as the inclination direction at the interpolated pixel p3.

[0032] The inclination directions at the interpolated pixels p4 and p5 will be generated in the same procedure. As to the detection of the inclination direction at the interpolated pixel p4, the sets of original pixels in the seven candidates for inclination directions are b and r in the direction 0, c and g in the direction 1, d and p in the direction 2, e and o in the direction 3, f and n in the direction 4, g and m in the direction 5, and h and l in the direction 6. When each of the original pixel difference absolute values in the seven candidates for inclination directions is found, it becomes 100 in the directions 0 to 3, 5, and 6, and zero in only the direction 4. When the original pixel difference absolute value is corrected by the edge information difference absolute value, the corrected original pixel difference absolute value becomes 100 in the directions 0 and 1, 200 in the direction 2, 400 in the direction 3, 0 in the direction 4, 400 in the direction 5, and 200 in the direction 6. The original pixels f and n in the direction 4 are similar in edge information in the horizontally leftward direction and the vertically upward direction. Therefore, with respect to each of the directions,  $\alpha = 10$  is subtracted from the edge information difference absolute value. Consequently, the



original pixel difference absolute value becomes - 20 in the direction 4. From the foregoing, the set of the original pixel f and the original pixel n in the direction 4 is employed, and the direction 4 is detected as the inclination direction at the interpolated pixel p4.

[0033] As to the detection of the inclination direction at the interpolated pixel p5, the original pixel difference absolute value corrected, including the similarity of the edge information, becomes 100 in the direction 0, 20 in the directions 1, 3, 5, and 6, and - 10 in the direction 4. From the foregoing, the set of the original pixel g and the original pixel o in the direction 4 is employed, and the direction 4 is detected as the inclination direction at the interpolated pixel p5. The inclination directions at the other interpolated pixels p0 to p2 and p6 to p9 are detected. The direction 3 is detected at the interpolated pixels p0 and p7 to p9, and the direction 4 is detected at the interpolated pixels p1, p2, and p6.

[0034] The inclination directions detected in the foregoing manner are evaluated. The procedure for evaluation at the interpolated pixels p4 and p5 will be described in detail while referring to Fig. 8. The procedure for evaluation in the first method will be described. The inclination direction detected at the interpolated pixel p4 is the direction 4. Interpolated pixels in the direction 4 existing

on interpolation lines above and below the interpolated pixel p4 are interpolated pixels q6 and r2. The inclination direction at the interpolated pixel q6 is the direction 4. The inclination direction at the interpolated pixel r2 is also the direction 4. A numeral indicating an interpolated pixel is, assuming that in the direction 4, "4" is an inclination direction detected at an interpolated pixel, "4" at the interpolated pixel p4 and also "4" at the interpolated pixels q6 and r2. In order to see correlations between the inclination direction at the interpolated pixel p4 and the inclination directions at the interpolated pixels q6 and r2, a difference absolute value is calculated for each of the correlations. The difference absolute value between the inclination direction at the interpolated pixel p4 and the inclination direction at the interpolated pixel q6 becomes zero. Further, the difference absolute value between the inclination direction at the interpolated pixel p4 and the inclination direction at the interpolated pixel r2 is also zero. From the foregoing, it can be said that both the respective correlations between the inclination direction at the interpolated pixel p4 and the inclination directions at the interpolated pixels q6 and r2 are high. Since both the respective correlations between the inclination direction at the interpolated pixel p4 and the inclination directions at the interpolated pixels q6 and r2 are high, it is judged that

the inclination direction at the interpolated pixel p4 is right, thereby making no correction. With respect to the interpolated pixel p5, the inclination directions at the interpolated pixels q7 and r3 are referred to. Since both  
5 the inclination direction at the interpolation p5 and the inclination directions at the interpolated pixels q7 and r3 are the direction 4, so that it is judged that the respective collations therebetween are high. Consequently, it is judged that the inclination direction at the interpolated pixel p5  
10 is right, thereby making no correction.

[0035] The inclination directions at the interpolated pixels p0 to p3 and p6 to p9 are also evaluated in the same procedure. The inclination direction at each of the interpolated pixels p0, p6, and p7 has a high correlation with the inclination  
15 direction at one of interpolated pixels existing on interpolation lines above and below the interpolated pixel, while not having a so high correlation with the inclination direction at the other interpolated pixel. Even in such a case, it is judged that the inclination direction at each of,  
20 the interpolated pixels is right because it has a high correlation with the inclination direction at one of the interpolated pixels, thereby making no correction. Consequently, it is judged that the inclination directions at the interpolated pixels p0 to p3 and p6 to p9 are all right,  
25 thereby making no correction.

[0036] The procedure for evaluation in the second method will be described. The inclination direction at the interpolated pixel p4 is the direction 4. The inclination direction at the interpolated pixel p3 positioned on the left side in the horizontal direction of the interpolated pixel p4 (in the preceding clock) is also the direction 4. Further, the inclination direction at the interpolated pixel p5 positioned on the right side in the horizontal direction of the interpolated pixel p4 (in the succeeding clock) is also the direction 4. In order to see respective correlations between the inclination direction at the interpolated pixel p4 and the inclination directions at the interpolated pixel p3 and p5, if the difference absolute values therebetween are calculated, they respectively become zero. That is, with respect of the inclination directions, it can be said that the correlations are high in the horizontal direction. Since the correlations are high in the horizontal direction, it is judged that the inclination direction at the interpolated pixel p4 is right, thereby making no correction.

[0037] With respect to the interpolated pixel p5, the inclination direction at the interpolated pixel p5 and the inclination directions at the interpolated pixels p4 and p6 are also the same. Accordingly, it is judged that the inclination direction at the interpolated pixel p5 is also right, thereby making no correction.

[0038] The inclination directions at the interpolated pixels p0 to p3 and p6 to p9 are also evaluated in the same procedure. The inclination direction at each of the interpolated pixels p1 and p7 has a high correlation with the inclination direction at one of interpolated pixels existing on interpolation lines above and below the interpolated pixel, while not having a so high correlation with the inclination direction at the other interpolated pixel. Even in such a case, however, it is judged that the inclination direction at each of the interpolated pixels is right if it has a high correlation with the inclination direction at one of the interpolated pixels, thereby making no correction. Consequently, it is judged that the inclination directions at the interpolated pixels p1 and p7 are right, thereby making no correction. Therefore, it is judged that the inclination directions at the interpolated pixels p0 to p3 and p6 to p9 are all right, thereby making no correction.

[0039] Although the inclination directions are evaluated using either the first method or the second method, the inclination directions may be evaluated by combining the first method and the second method. Although in the foregoing description, the evaluation and judgment criteria of the inclination directions are made low in the first method and the second method, they may be strictly set. Even if the criteria are made strict, the inclination direction of an

oblique edge is not lost.

[0040] When the pixel values of the interpolated pixels p0 to p9 are calculated using the inclination directions found in the foregoing manner, the pixel values of the interpolated  
5 pixels p0 to p3 become 100, and the pixel values of the interpolated pixels p4 to p9 become zero, so that an (f - n) edge is completely interpolated.

[0041] Fig. 9 is an explanatory view showing the procedure for generating interpolated pixels corresponding to an  
10 oblique line in the embodiment of the sequential scanning conversion method according to the present invention. As in an image shown in Fig. 9, interpolated pixels p0 to p9 in the case of an oblique line A are found. The procedure for generating the interpolated pixels p3 to p6 will be first  
15 described. With respect to the interpolated pixel p3, the original pixel difference absolute value becomes zero in the directions 0, 1, and 4, and 100 in the directions 2, 3, 5, and 6. Consider a case where the original pixel difference absolute value is subjected to correction based on edge  
20 information. In this case, with respect to the direction 0, 100 is added to the original pixel difference absolute value, to become 100 because the original pixel a is a zero edge shown in Fig. 7 in both the horizontal direction and the vertical direction, while a positive edge shown in Fig. 7 exists in  
25 the vertically upward direction at the original pixel g. With

respect to the direction 1, 200 is added to the original pixel difference absolute value, to become 200 because the original pixel b is a zero edge in both the horizontal direction and the vertical direction, while a positive edge exists in both the vertically upward direction and the horizontally leftward direction at the original pixel p. With respect to the direction 2, 300 is added to the original pixel difference absolute value, to become 400 because the original pixel c is a zero edge in both the horizontal direction and the vertical direction, while a positive edge exists in all the vertically upward direction, the vertically downward direction, and the horizontally rightward direction at the original pixel o. With respect to the direction 3, 400 is added to the original pixel difference absolute value, to become 500 because a negative edge exists in only the vertically downward direction at the original pixel d, while a negative edge exists in both the vertically upward direction and the horizontally leftward direction and a positive edge exists in the vertically downward direction at the original pixel n. With respect to the direction 4, the original pixel difference absolute value remains zero because a negative edge exists in both the vertically downward direction and the horizontally rightward direction at the original pixel e, and a negative edge also exists in both the vertically downward direction and the horizontally

rightward direction at the original pixel m. With respect to the direction 5, 400 is added to the original pixel difference absolute value, to become 500 because a negative edge exists in both the vertically upward direction and the horizontally leftward direction and a positive edge exists in the vertically downward direction at the original pixel f, while a negative edge exists in only the vertically downward direction at the original pixel l. With respect to the direction 6, 300 is added to the original pixel difference absolute value, to become 400 because a negative edge exists in the vertically upward direction at the original pixel g, while the original pixel k is a zero edge in both the vertical direction and the horizontal direction. Further, with respect to the direction 4, 10 is subtracted from the original pixel difference absolute value because negative edges exist in both the vertically downward direction and the horizontally rightward direction, respectively, at the original pixel e and the original pixel m, which are similar. Subtraction is performed in each of the vertically downward direction and the horizontally rightward direction. In the direction 4, 20 is subtracted from the original pixel difference absolute value, to become - 20. From the foregoing, the direction 4 is detected as the inclination direction at the interpolated pixel p3.

[0042] With respect to the interpolated pixel p4, the



original pixel difference absolute value becomes zero in the directions 0 to 2, 4, and 6, and 100 in the directions 3 and 5. The original pixel difference absolute value is subjected to correction based on edge information. With respect to the

5 direction 0, the original pixel difference absolute value remains zero. With respect to the direction 1, 100 is added to the original pixel difference absolute value, to become 100 because the original pixel c is a zero edge in both the horizontal direction and the vertical direction, while a

10 positive edge exists in the vertically upward direction at the original pixel g. With respect to the direction 2, 300 is added to the original pixel difference absolute value, to become 300 because a negative edge exists in only the vertically downward direction at the original pixel d, while

15 a positive edge exists in both the vertically upward direction and the horizontally leftward direction at the original pixel p. With respect to the direction 3, 500 is added to the original pixel difference absolute value, to become 600 because a negative edge exists in both the

20 vertically downward direction and the horizontally rightward direction at the original pixel e, and a positive edge exists in all the vertically upward direction, the vertically downward direction, and the horizontally rightward direction at the original pixel o. With respect to the direction 4,

25 a negative edge exists in both the vertically upward

direction and the horizontally leftward direction and a positive edge exists in the vertically downward direction at the original pixel f, while a negative edge exists in both the vertically upward direction and the horizontally leftward direction and a positive edge exists in the vertically downward direction at the original pixel n. Since the original pixel f and the original pixel n are similar in edge information in all the vertically upward direction, the vertically downward direction, and the horizontally leftward direction, 30 is subtracted from the original pixel difference absolute value. As a result, the original pixel difference absolute value becomes - 30 with respect to the direction 4. With respect to the direction 5, 500 is added to the original pixel difference absolute value, to become 600 because a negative edge exists in the vertically upward direction and a positive edge exists in both the vertically downward direction and the horizontally rightward direction at the original pixel g, while a negative edge exists in both the vertically downward direction and the horizontally rightward direction at the original pixel m. With respect to the direction 6, 300 is added to the original pixel difference absolute value, to become 300 because a positive edge exists in both the vertically upward direction and the horizontally leftward direction at the original pixel h, while a negative edge exists in the vertically downward

direction at the original pixel 1. From the foregoing, the direction 4 is detected as the inclination direction at the interpolated pixel p4.

[0043] With respect to the interpolated pixel p5, the edge  
5 information corrected original pixel difference absolute value becomes 0 in the direction 0, 100 in the direction 1, 300 in the direction 2, 600 in the direction 3, - 30 in the direction 4, 600 in the direction 5, and 300 in the direction 6. From the foregoing, the direction 4 is detected as the  
10 inclination direction at the interpolated pixel p5.

[0044] With respect to the interpolated pixel p6, the edge information corrected original pixel difference absolute value becomes 100 in the direction 0, 200 in the direction 1, 400 in the direction 2, 500 in the direction 3, - 2 in the  
15 direction 4, 500 in the direction 5, and 400 in the direction 6. From the foregoing, the direction 4 is detected as the inclination direction at the interpolated pixel p6.

[0045] The inclination directions at the other interpolated pixels p0 to p2 and p7 to p9 are also detected in the same  
20 procedure. The direction 3 is detected as the inclination directions at the interpolated pixels p0 and p9, and the direction 4 is detected as the inclination directions at the interpolated pixels p1, p2, p7, and p8.

[0046] The inclination directions at the interpolated pixels  
25 are evaluated using the first method. In the inclination

direction at the interpolated pixel p4, the inclination  
directions at the interpolated pixels q6 and r3 existing in  
the inclination direction are referred to. The inclination  
direction at the interpolated pixel p4 and the inclination  
5 directions at the interpolated pixels q6 and r3 have a high  
correlation because the difference absolute value  
therebetween is calculated to become zero. Accordingly, it  
is judged that the inclination direction at the interpolated  
pixel p4 is right, thereby making no correction of the  
10 inclination direction.

[0047] When the inclination directions at the interpolated  
pixels p0 to p3 and p5 to p9 are evaluated in the same  
procedure, it is judged that all the inclination directions  
are right, thereby making no correction of the inclination  
15 directions.

[0048] The inclination directions at the interpolated pixels  
are evaluated using the second method. The inclination  
direction at the interpolated pixel p4 is the direction 4.  
The inclination direction at the interpolated pixel 5  
20 positioned on the left side in the horizontal direction of  
the interpolated pixel p4 is also the direction 4. Further,  
the inclination direction at the interpolated pixel p5  
positioned on the right side in the horizontal direction of  
the interpolated pixel p4 (in the succeeding clock) is also  
25 the direction 4. When the difference absolute values are

calculated in order to see respective correlations between the inclination direction at the interpolated pixel p4 and the inclination directions at the interpolated pixels p3 and p5, they become zero, so that the correlations are high.

5 Accordingly, it is judged that the inclination direction at the interpolated pixel p4 is right, thereby making no correction of the inclination direction.

[0049] When the inclination directions at the interpolated pixels p0 to p3 and p5 to p9 are evaluated in the same  
10 procedure, it is judged that all the inclination directions are right, thereby making no correction of the inclination directions.

[0050] Interpolated pixels are generated using the inclination directions evaluated and corrected using the  
15 first method and the second method. Even if the inclination directions evaluated and corrected by either of the first method and the second method, the pixel values of the interpolated pixels p0 to p3 and p6 to p9 become zero, and the pixel values of the interpolated pixels p4 and p5 become  
20 100.

[0051] The oblique line A is completely interpolated in the foregoing manner..

[0052] Fig. 10 is an explanatory view showing the procedure for generating interpolated pixels corresponding to another  
25 oblique line in the embodiment of the sequential scanning

conversion method according to the present invention, where interpolated pixels p0 to p9 in the case of an oblique line B with a steeper slope than the oblique line A shown in Fig. 9 are found, as in an image shown in Fig. 10.

5 [0053] The procedure for generating the interpolated pixels p3 to p6 will be first described.

[0054] With respect to the interpolated pixel p3, the original pixel difference absolute value becomes 0 in the directions 0 to 2, and 5, and 100 in the directions 3, 4, and  
10 6. The original pixel difference absolute value is subjected to correction based on edge information. With respect to the direction 0, 100 is added to the original pixel difference absolute value, to become 100 because the original pixel a is an zero edge in both the vertical direction and the  
15 horizontal direction, while a positive edge exists in the vertically upward direction at the original pixel q. With respect to the direction 1, the original pixel difference absolute value remains zero because both the original pixel b and the original pixel p are a zero edge in both the vertical  
20 direction and the horizontal direction. With respect to the direction 2, 200 is added to the original pixel difference absolute value, to become 200 because a negative edge exists in the vertically downward direction at the original pixel c, while a positive edge exists in the horizontally leftward  
25 direction at the original pixel o. With respect to the

direction 3, 400 is added to the original pixel difference absolute value, to become 500 because a negative edge exists in the vertically downward direction at the original pixel d, while a negative edge exists in the vertically upward direction and a positive edge exists in both the vertically downward direction and the horizontally rightward direction at the original pixel n. With respect to the direction 4, the original pixel e is a zero edge, while a negative edge exist in both the vertically upward direction and the horizontally leftward direction and a positive edge exists in the vertically downward direction at the original pixel m. With respect to the direction 5, a negative edge exists in the horizontally rightward direction at the original pixel f, while a negative edge also exists in the horizontally rightward direction at the original pixel l. Since the original pixel f and the original pixel l are similar in edge information in the horizontally rightward direction, 10 is subtracted from the original pixel difference absolute value. As a result, the original pixel difference absolute value becomes - 10 with respect to the direction 5. With respect to the direction 6, 300 is added to the original pixel difference absolute value, to become 400 because a negative edge exists in the vertically upward direction and the horizontally leftward direction and a positive edge exists in the vertically downward direction at the original pixel

g, while the original pixel k is a zero edge in both the vertical direction and the horizontal direction. From the foregoing, the direction 5 is detected as the inclination direction at the interpolated pixel p3.

- 5 [0055] With respect to the interpolated pixel p4, the original pixel difference absolute value becomes zero in the directions 0 to 3 and 5, and 100 in the directions 4 and 6. The original pixel difference absolute value is subjected to correction based on edge information. With respect to the
- 10 direction 0, 100 is added to the original pixel difference absolute value, to become 100 because the original pixel b is an zero edge in both the horizontal direction and the vertical direction, while a positive edge exists in the vertically upward direction at the original pixel r. With
- 15 respect to the direction 1, 200 is added to the original pixel difference absolute value, to become 200 because a negative edge exists in the vertically downward direction at the original pixel c, while a positive edge exists in the vertically upward direction at the original pixel q. With
- 20 respect to the direction 2, 100 is added to the original pixel difference absolute value, to become 100 because a negative edge exists in the vertically downward direction at the original pixel d, while the original pixel p is a zero edge in both the vertical direction and the horizontal direction.
- 25 With respect to the direction 3, 100 is added to the original



pixel difference absolute value, to become 100 because the original edge e is a zero edge in both the vertical direction and the horizontal direction, while a positive edge exists in the horizontally leftward direction at the original pixel

5 o. With respect to the direction 4, 400 is added to the original pixel difference absolute value, to become 500 because a negative edge exists in the horizontally rightward direction at the original pixel f, while a negative edge exists in the vertically upward direction and a positive edge

10 exists in both the vertically downward direction and the horizontally rightward direction at the original pixel n. With respect to the direction 5, 30 is subtracted from the original pixel difference absolute value, to become - 30 because a negative edge exists in both the vertically upward

15 direction and the horizontally leftward direction and a positive edge exists in the vertically downward direction at the original pixel g, while the same edges exist at the original pixel m. With respect to the direction 6, 300 is added to the original pixel difference absolute value, to

20 become 400 because a negative edge exists in the vertically upward direction and a positive edge exists in both the vertically downward direction and the horizontally rightward direction at the original pixel h and a negative edge exists in the horizontally rightward direction at the original pixel

25 l. As the inclination direction at the interpolated pixel

p4, the direction 5 is detected.

[0056] With respect to the interpolated pixel p5, the edge information corrected original pixel difference absolute value becomes 100 in the direction 0, 200 in the direction 1, 100 in the direction 2, 100 in the direction 3, 500 in the direction 4, - 30 in the direction 5, and 500 in the direction 6. From the foregoing, the direction 5 is detected as the inclination direction at the interpolated pixel p5.

[0057] With respect to the interpolated pixel p6, the edge information corrected original pixel difference absolute value becomes 100 in the direction 0, 0 in the direction 1, 200 in the direction 2, 500 in the direction 3, 300 in the direction 4, - 10 in the direction 5, and 300 in the direction 6. The direction 5 is detected as the inclination direction at the interpolated pixel p6.

[0058] The inclination directions at the other interpolated pixels p0 to p2 and p7 to p9 are detected in the same procedure. The direction 3 is detected as the inclination directions at the interpolated pixels p0 and p9, and the direction 5 is detected as the inclination directions at the interpolated pixels p1, p2, p7, and p8.

[0059] The inclination directions detected in the foregoing manner are evaluated using the first method and the second method.

[0060] The inclination directions at the interpolated pixels

are evaluated using the first method. In the inclination direction at the interpolated pixel p4, the inclination directions at the interpolated pixels q8 and r0 existing in the inclination direction are referred to. The inclination direction at the interpolated pixel p4 and the inclination directions at the interpolated pixels q6 and r3 have a high correlation because the difference absolute value therebetween is calculated to become zero. Accordingly, it is judged that the inclination direction at the interpolated pixel p4 is right, thereby making no correction of the inclination direction.

[0061] When the inclination directions at the interpolated pixels p0 to p3 and p5 to p9 are evaluated in the same procedure, it is judged that all the inclination directions are right, thereby making no correction of the inclination directions.

[0062] The inclination directions at the interpolated pixels are evaluated using the second method. The inclination direction at the interpolated pixel p4 is the direction 5. The inclination direction at the interpolated pixel p5 positioned on the left side in the horizontal direction of the interpolated pixel p4 is also the direction 5. Further, the inclination direction at the interpolated pixel p5 positioned on the right side in the horizontal direction of the interpolated pixel p4 (in the succeeding clock) is also

the direction 5. When the difference absolute values are calculated in order to see respective correlations between the inclination direction at the interpolated pixel p4 and the inclination directions at the interpolated pixels p3 and p5, they become zero, so that the collations are high. Accordingly, it is judged that the inclination direction at the interpolated pixel p4 is right, thereby making no correction of the inclination direction.

[0063] When the inclination directions at the interpolated pixels p0 to p3 and p5 to p9 are evaluated in the same procedure, it is judged that all the inclination directions are right, thereby making no correction of the inclination directions.

[0064] In the foregoing manner, the oblique line B is completely interpolated. Although in the above-mentioned embodiment, in finding the pixel value of the interpolated pixel, the pixel values of the original pixels closest to the interpolated pixel existing in the interpolation direction which are judged to have the highest correlation are averaged, the pixel value of the interpolated pixel can be found with higher precision by increasing the number of original pixels existing in the interpolation direction. That is, the pixel value of the interpolated pixel may be found by respectively adding predetermined coefficients to the pixel values of a total of four original pixels, i.e.,

two original pixels on upper two lines and two original pixels on lower two lines which exist in the interpolation direction. Further, although the correlation is evaluated by the difference value between the pixel values of the original pixels, the number of original pixels can be also similarly increased.

[0065] As described in the foregoing, according to the present embodiment, in converting a video signal of interlace scanning into a video signal of sequential scanning, candidates for sets of original pixels having pixel values in which the difference absolute value is found are selected out of sets of original pixels in a dot symmetrical relationship with an interpolated pixel as its center, and the difference absolute value between the pixel values is calculated, the calculated difference absolute value is corrected on the basis of the edge information of the original pixels, and the set of original pixels in which the corrected difference absolute value is the minimum is selected, and evaluation is performed as to whether the selected set of original pixels is right or wrong, and the interpolated pixel is generated on the basis of the result of the evaluation, thereby obtaining a sequential scanning conversion method in which an oblique edge or an oblique line which has been produced by a plane can be also subjected to effective scanning line interpolation.

[0066] 2. Sequential scanning converter

An embodiment of a sequential scanning converter according to the present invention will be described. The definition of the inclination direction used later is the same as the definition described in the sequential scanning conversion method, and is defined as directions 0 to 6 shown in Fig. 6.

[0067] Fig. 1 is a block diagram showing the circuit configuration of a principle part in an embodiment of the sequential scanning converter according to the present invention, Fig. 2 is a block diagram for explaining the operations of an inter-field interpolation circuit in the embodiment of the sequential scanning converter according to the present invention, Fig. 3 is a block diagram for explaining the operations of an example of an inclination evaluation circuit in the embodiment of the sequential scanning converter according to the present invention, and Fig. 4 is a block diagram for explaining the operations of an example of another inclination evaluation circuit in the embodiment of the sequential scanning converter according to the present invention. The drawings illustrate an apparatus for realizing the sequential scanning conversion method according to the present invention.

[0068] In Fig. 1, an input signal is a digital video signal (original signal) obtained by sampling a video signal of 2 : 1 interlace scanning at a sampling frequency  $f_s$  (MHz), and

an output signal is a video signal of 1 : 1 sequential scanning at a sampling frequency of  $2 \times f_s$  (MHz).

[0069] The input signal is delayed by 1H memories (1H corresponds to one line of the video signal of interlace scanning) 111, 112, and 113, to simultaneously obtain the original signals on (y-1), y, (y+1), and (y+2) lines. The respective original signals on the lines are stored in a RAM (Random Access Memory) 109. Simultaneously, an original signal selection circuit 102 selects original signals serving as candidates for inclination out of the original signals on the y and (y+1) lines. A correlation value calculation circuit 103 calculates a correlation value between the selected original signals serving as the candidates for inclination. Simultaneously, an edge information detection circuit 104 detects edge information in the horizontal direction and the vertical direction of the original signals in the y and (y+1) lines. A correlation value correction circuit 105 subjects the correlation value calculated by the correlation value calculation circuit 103 to correction using the edge information outputted by the edge information detection circuit 104. The correlation value which has been subjected to the correction is inputted to an inclination detection circuit 106, to detect the inclination direction which is the highest in correlation. An inclination evaluation circuit 107 performs evaluation as

to whether the inclination detected by the inclination detection circuit 106 is right or wrong. When it is judged that the inclination is right, the inclination detected by the inclination detection circuit 106 is outputted as an interpolation direction. When it is judged that the inclination is wrong, the direction 3 serving as inclination is outputted as an interpolation direction. The detected interpolation direction is inputted to an address calculation circuit 108.

10 [0070] The address calculation circuit 108 calculates an address in a RAM 109 storing the original signals required to calculate an interpolation signal. The original signals required to calculate the interpolation signal are four original signals on  $(y-1)$ ,  $y$ ,  $(y+1)$ , and  $(y+2)$  lines and in

15 the interpolation direction detected by the inclination evaluation circuit 107 with the interpolation signal to be calculated as its center. A filter circuit 114 serving as filtering means respectively weights the four original signals called from the RAM 109 with predetermined

20 coefficients in a filter coefficient memory 110 and adds the weighted original signals together, and inputs the result of the addition as an interpolation signal to a time axis conversion circuit 115. The time axis conversion circuit 115 respectively time-axis compresses the original signal and

25 the interpolation signal two times and alternately outputs



the compressed signals for each line, to obtain a video signal of sequential scanning.

[0071] The operations of an in-field interpolation circuit 117 will be described in detail using Fig. 2. In Fig. 2, an input signal delayed by a 1H memory 112 is the original signal on the y line, and is delayed by 1D delay units (1D corresponds to one pixel of interlace scanning) 2101 to 2106, to respectively obtain original signals a to g. The original signals a to g correspond to a to g on the original y line shown in Fig. 6. An input signal delayed by a 1H memory 113 is the original signal on the (y+1) line, and is delayed by 1D delay units 2108 to 2113, to respectively obtain original signals h to n. The original signals h to n correspond to h to n on the original (y+1) line shown in Fig. 6. Subtractors 2121 to 2127 respectively find difference values corresponding to the sets of original signals in the directions 0 to 6 shown in Fig. 6. The found difference values are changed into absolute values by an absolute value circuit 2128, and are respectively inputted as correlation values representing a correlation to correlation value correction circuits 2129 to 2135.

[0072] On the other hand, edge information in the horizontal direction of the original signals on the y line are respectively calculated as difference values from the adjacent original signals using subtractors 2136 to 2142.

Further, edge information in the horizontal direction of the original signals on the  $(y+1)$  line are also respectively calculated as difference values using subtractors 2143 to 2149. The correlation values calculated by the absolute value circuit 2128 are respectively corrected by correlation value correction circuits 2129 to 2135 on the basis of the edge information in the horizontal direction of the original signals on the  $y$  line and the edge information in the horizontal direction of the original signals on the  $(y+1)$  line.

[0073] As the contents of the correction processing of the correlation values in the correlation value correction circuits 2129 to 2135, difference values between the edge information in the horizontal direction respectively corresponding to the sets of original signals in the directions 0 to 6 are calculated, as in the case where the difference values corresponding to the sets of original signals in the directions 0 to 6 are calculated. The calculated difference values between the edge information in the horizontal direction are respectively changed into absolute values, to correct the correlation values on the basis of the difference absolute values. The correlation values are respectively corrected only by adding the difference absolute values between the edge information in the horizontal direction thereto. When the difference

absolute value between the edge information in the horizontal direction is small, a correction method slightly differs. The fact that the difference absolute value between the edge information is small means that the same edges exist. Even  
5 if the difference absolute value between the same edge information is small, however, the meaning of a correlation slightly differs depending on the presence or absence of edges. When the difference absolute value between the edge information are the same, there is no edge in one of the edge  
10 information, while there is an edge in the other edge information, a correlation should be high in a case where there is an edge because the slope of the edge, that is, the directionality of the edge is retrieved between the adjacent original signals. From the foregoing, when the difference  
15 absolute value between the edge information is small and there is an edge in the edge information, a certain value  $\alpha$  is subtracted from a correlation value to which the difference absolute value between the edge information is added. If the correlation value correction circuit has a  
20 circuit configuration conforming to the contents of the processing, any configuration may be used. Even if the correlation value correction circuit is composed of a look-up table memory, the same effect is obtained.

[0074] The correlation values thus corrected in the  
25 correlation value correction circuits 2129 to 2135 are

respectively inputted to correlation value correction circuits 2150 to 2156 for making correction by edge information in the vertical direction. The edge information in the vertical direction of the original signals on the y line are respectively calculated as difference values from the original signals on the (y-1) line positioned just above the original signals on the y line using subtractors 2157 to 2163. Further, the edge information in the vertical direction of the original signals on the (y+1) line are respectively calculated as difference values using subtractors 2164 to 2170. The correlation values corrected by the edge information in the horizontal direction are respectively corrected by the correlation value correction circuits 2150 to 2156 on the basis of the edge information in the vertical direction of the original signals on the y line and the edge information in the vertical direction of the original signals on the (y+1) line.

[0075] The contents of the correction processing of the correlation values in the correlation value correction circuits 2150 to 2156 are the same as the contents of the correction processing of the correlation values based on the edge information in the horizontal direction.

[0076] In an evaluation circuit 2171, the minimum values of correlation values Dr0 to Dr6 corrected by the edge information in the horizontal direction and the edge

information in the vertical direction are evaluated. When the correlation value Dr0 is evaluated as the minimum value, the inclination direction is the direction 0 shown in Fig. 6, so that 0 is outputted as an inclination direction P. In the same manner, inclination directions  $P = 1$ ,  $P = 2$ ,  $P = 3$ ,  $P = 4$ ,  $P = 5$ , and  $P = 6$  are respectively outputted in the cases of the correlation values Dr1, Dr2, Dr3, Dr4, Dr5, and Dr6.

[0077] An inclination evaluation circuit 2183 selects the inclination direction of an interpolated pixel on a line which is one line above the original line existing in the inclination direction P and the inclination direction of an interpolated pixel on a line which is one line below the original line are selected, to judge whether the inclination direction P is right or wrong from a correlation with the selected inclination direction. The inclination direction P is outputted as an interpolation direction P' when it is judged that the inclination direction is right, while being corrected to the direction 3 and outputted as an interpolation direction P' when it is judged that the inclination direction is wrong.

[0078] An address calculation circuit 2172 receives the interpolation direction P', to calculate addresses assigned to RAMs 2173 to 2176. The original signals on the (y-1), y, (y+1), and (y+2) lines are respectively stored in the RAMs 2173, 2174, 2175, and 2176, to calculate addresses assigned

to the four original signals existing in the interpolation direction  $P'$ . The four original signals called from the RAMs 2173 to 2176 are respectively multiplied by predetermined coefficients in a filter coefficient memory 2181 by  
 5 multipliers 2177 to 2180, and are added together by an adder 2182, to obtain an interpolation signal.

[0079] The operations of the inclination evaluation circuit 2183 will be described in detail using Fig. 3.

[0080] The inclination direction  $P$  outputted from the  
 10 evaluation circuit 2171 is delayed by 1H memories 301 and 302. The inclination direction  $P$  outputted from the evaluation circuit 2171, the inclination direction  $P$  delayed by the 1H memory 301, and the inclination direction  $P$  delayed by the 1H memory 302 are respectively inputted as  $P(1)$ ,  $P(0)$ , and  
 15  $P(-1)$  to an RAM 303. An address calculation circuit 304 calculates an address for selecting the inclination direction of an interpolated pixel existing in the inclination direction  $P(0)$ . That is, when the interpolated pixel is  $\underline{p}$ , and the inclination direction  $P(0)$  is the  
 20 direction 4 in Fig. 6, such an address that the interpolation direction of an interpolated pixel  $E$  on the upper interpolation line and the interpolation direction of an interpolated pixel  $J$  on the lower interpolation line are selected is calculated. In the RAM 303,  $P1$  and  $P2$  are selected  
 25 as the inclination direction of the interpolated pixel

existing in the inclination direction  $P(0)$  in accordance with the address calculated by the address calculation circuit 304. The inclination directions  $P1$  and  $P2$  selected by the RAM 303 and the inclination direction  $P(0)$  of the

5 interpolated pixel are inputted to an inclination direction judgment circuit 305, to judge whether the inclination direction  $P(0)$  is right or wrong. The inclination judgment circuit 305 compares the inclination direction  $P(0)$  with the inclination directions  $P1$  and  $P2$  selected by the RAM 303.

10 When either the inclination direction  $P1$  or the inclination direction  $P2$  is similar to the inclination direction  $P(0)$ , it is judged that the inclination direction  $P(0)$  is right. In the other case, it is judged that the inclination direction  $P(0)$  is wrong. An interpolation direction selection circuit

15 306 selects either the inclination direction  $P(0)$  or the direction 3 as an interpolation direction  $P'$  upon receipt of the result of the judgment by the inclination direction judgment circuit 305. The inclination direction  $P(0)$  and the direction 3 are respectively selected as the interpolation

20 direction  $P'$  if the result of the judgment by the inclination direction judgment circuit 305 is right and wrong.

[0081] Specific operations will be then described using the step of finding  $p3$  in the image shown in Fig. 8. Original signals a to g and original signals h to n in a case where

25  $p3$  is found respectively correspond to a to g and k to g in

Fig. 6. Difference values between sets of original signals a and n in the direction 0, b and m in the direction 1, c and l in the direction 2, d and k in the direction 3, e and j in the direction 4, f and i in the direction 5, and g and h in the direction 6 are respectively calculated by subtractors 2121 to 2127, and are changed into absolute values by an absolute value circuit 2128. The difference absolute value outputted from the absolute value circuit 2128, that is, a correlation value becomes 100 in the directions 0 to 3, 5, and 6, and zero in only the direction 4.

[0082] On the other hand, edge information in the horizontal direction of the original signals a to g on the y line are calculated by subtractors 2136 to 2142, to become zero with respect to the original signals a to e and g, and - 100 with respect to only the original signal f. Edge information in the horizontal direction of the original signals h to n on the (y+1) line are respectively calculated by subtractors 2143 to 2149, to become zero with respect to the original signals l to n and h to j, and - 100 with respect to only the original signal k.

[0083] In the correlation value correction circuits 2129 to 2135, the difference absolute values between the edge information in the horizontal direction of the original signals corresponding to the directions 0 to 6 are found. The difference absolute value between the edge information



becomes zero in the directions 0 to 2, 4 and 6, and 100 in the directions 3 to 5. The difference absolute values between the edge information in the horizontal direction herein found are respectively added to the correlation values outputted from the absolute value circuit 2128. In the directions 0 to 2, 4, and 6, no edges exist in the horizontal direction of the original signal on the y line and the original signal on the (y+1) line, so that the correlation values are not changed. On the other hand, in the directions 3 and 5, an edge exists in the horizontal direction of the original signal on either one of the lines, so that the difference absolute value between the edge information in the horizontal direction is added to the correlation value, to become 200 in both the directions 3 and 5.

[0084] Edge information in the vertical direction of the original signals a to g on the y line are respectively calculated by the subtractors 2157 to 2163, to become zero with respect to the original signals a to e and - 100 with respect to the original signals f to g. The edge information in the vertical direction of the original signals h to n on the (y+1) line are respectively calculated by the subtractors 2164 to 2170, to become zero with respect to the original signals m, n, h to j and - 100 with respect to the original signals k and l.

[0085] In the correlation value correction circuits 2150 to

2156, difference absolute values between the edge information in the vertical direction of the original signals corresponding to the directions 0 to 6 are respectively found. The difference absolute value becomes zero in the  
5 directions 0, 1, and 4, and 100 in the directions 2, 3, 5, and 6. When the difference absolute values between the edge information in the vertical direction herein found are respectively added to the correlation values corrected by the correlation value correction circuits 2129 to 2135, the  
10 result of the addition becomes 100 in the directions 0 and 1, 200 in the directions 2 and 6, 300 in the directions 3 and 5, and zero in the direction 4.

[0086] In the evaluation circuit 2171, when the minimum values of the correlation values Dr0 to Dr6 respectively  
15 corrected in the correlation value correction circuits 2150 to 2156 are evaluated, the correlation value Dr4=0 in the direction 4 is evaluated, so that "4" is outputted as the inclination direction P.

[0087] The inclination evaluation circuit 2183 judges  
20 whether the inclination direction P is right or wrong. The inclination direction P is delayed by the 1H memories 301 and 302. Let  $P(0)$ ,  $P(-1)$ , and  $p(1)$  be respectively the inclination direction delayed by the 1H memory 301, the inclination direction delayed by the 1H memory 302, and the  
25 inclination direction not delayed. The inclination

direction at p3 which will be herein found corresponds to P(0). Accordingly, the inclination direction P(0) is the direction 4.

[0088] The address calculation circuit 304 calculates  
5 addresses for respectively selecting the inclination  
direction at the interpolated pixel q5 and the inclination  
direction at the interpolated pixel r1 upon receipt of the  
inclination direction P(0)=4. By the address calculated by  
the address calculation circuit 304, the inclination  
10 direction at the interpolated pixel q5 and the inclination  
direction at the interpolated pixel r1 are selected in the  
RAM 303. The inclination direction at the interpolated pixel  
q5 is calculated in the same procedure as that at the  
interpolated pixel p3, to become the direction 4. With  
15 respect to the interpolated pixel r1, the inclination  
direction is also similarly the direction 4. Accordingly,  
the inclination direction judgment circuit 305 judges that  
the inclination direction P(0) at the interpolated pixel p3  
is right because the inclination direction at either one of  
20 the interpolated pixels q6 and r1 is similar to the  
inclination direction at the interpolated pixel p3. The  
interpolation direction selection circuit 306 selects the  
direction 4 as the interpolation direction P' upon receipt  
of the result of the judgment.  
25 [0089] The address calculation circuit 2172 calculates

addresses assigned to the four original signals in the direction 4 with the interpolated pixel p3 as its center upon receipt of the interpolation direction  $P' = 4$ . By the address calculation circuit 2172, the four original signals called  
5 from the RAMs 2173 to 2176 are respectively multiplied by the predetermined coefficients in the filter coefficient memory 2181 in the multipliers 2177 to 2180, and are added together in the adder 2182, to obtain an interpolation signal.

[0090] If 0, 0.5, 0.5, and 0, for example, are respectively  
10 used as the coefficients in the filter coefficient memory 2181 for the multipliers 2177, 2178, 2179, and 2180, original signals existing on upper and lower lines are subjected to average value interpolation in the interpolation direction P. Further, - 0.212, 0.637, 0.637, and - 0.212 are  
15 respectively used for the multipliers 2177, 2178, 2179, and 2180, the original signals are subjected to cubic convolution interpolation in the interpolation direction P. Even when either one of the interpolations is used,  $p3 = 100$ .

[0091] In the same manner, the interpolated pixel p4 is  
20 found. In the same manner as described above, correlation values between sets of original signals in the directions 0 to 6 are found. When the difference absolute values between the edge information in the horizontal direction are found, they become all zero. In the directions 0 to 3, 5, and 6,  
25 however, no edges exist at the original pixels on the y and

(y+1) lines. On the other hand, in the direction 4, similar edges respectively exist at the original pixels on both the y and (y+1) lines. Therefore, a certain value  $\alpha 1$  is subtracted from only the correlation value in the direction

5 4. Here, description is continued, letting  $\alpha 1 = 5$ . Accordingly, the correlation value corrected by the edge information in the horizontal direction becomes 100 in the directions 0 to 3, 5, and 6, and - 5 in the direction 4. Subsequently, the edge information in the vertical direction

10 are found by the subtractors 2157 to 2163. When the difference absolute value between the edge information in the vertical direction corresponding to each of the inclinations is found, it becomes zero in the directions 0 to 2, 4, and 6, and 100 in the directions 3 and 5. When the difference

15 absolute values are respectively added to the correlation values corrected by the edge information in the horizontal direction, the result of the addition becomes 100 in the directions 0 to 2 and 6, 200 in the directions 3 and 5, and - 5 in the direction 4. With respect to the direction 4, edges

20 respectively exist in the original signals on the y and (y+1) lines, which are similar. Therefore, a certain value  $\alpha 2$  is subtracted from the correlation values. Here, description is continued, taking  $\alpha 2 = 5$ , as in the correlation value correction by the edge information in the horizontal

25 direction. Accordingly, the correlation value becomes - 10

in only the direction 4. When the respective minimum values of the correlation values Dr0 to Dr6 found in the foregoing manner are evaluated, the correlation value Dr4 is the minimum, so that "4" is outputted as the inclination direction P from the evaluation circuit 2171. When the found correlation values are corrected by the difference absolute values between the edge information in the horizontal direction and the vertical direction of the original signal on the y line and the edge information in the horizontal direction and the vertical direction of the original signal on the (y+1) line, the correlation values Dr0 to Dr6 are 100 in the directions 0 to 2 and 6, - 1 in the direction 4, and 200 in the directions 3 and 5. Consequently, the correlation value Dr4 is the minimum, so that "4" is outputted as the inclination direction P from the evaluation circuit 2171.

[0092] In the inclination evaluation circuit 2183 which has received the inclination direction  $P = 4$ , the address assigned to the RAM 303 is calculated by the address calculation circuit 304 such that the inclination direction at an interpolated pixel existing in the direction 4 is selected. In the RAM 303, the inclination directions at the interpolated pixels q6 and r2 are selected. The inclination direction at the interpolated pixel q6 and the inclination direction at the interpolated pixel r2 are calculated in the same procedure as that in the inclination direction at the

interpolated pixel p4, so that the direction 4 is calculated in either case. In the inclination direction judgment circuit 305, both the inclination directions at the interpolated pixels q6 and r2 coincide with the inclination direction at the interpolated pixel p4, so that it is judged that the inclination directions are right. The interpolation direction selection circuit 306 selects the direction 4 as the interpolation direction P' at the interpolated pixel p4 upon receipt of the result of the judgment that the inclination directions at the interpolated pixels q6 and r2 are right in the inclination direction judgment circuit 305. As a result, p4 = 0 from the original signal existing in the direction 4 with p4 as its center.

[0093] Another example of the inclination evaluation circuit 2183 will be then described in detail using Fig. 4. In the inclination evaluation circuit shown in Fig. 4, it is judged whether an inclination direction P calculated in the evaluation circuit 2171 is right or wrong from a correlation in the horizontal direction of the inclination direction. In Fig. 4, an input signal delayed by an ID delay unit (ID corresponds to one pixel) 400 is an inclination direction of the interpolated pixel. An input signal delayed by an ID delay unit 401 is an inclination direction of an interpolated pixel which is one pixel preceding the interpolated pixel. A signal which is not delayed is an inclination direction of

an interpolated pixel which is one pixel succeeding the interpolated pixel. That is, when the interpolated pixel is p4 in Fig. 8, the signal outputted from the ID delay unit 400 is an inclination direction at p4, and the signal outputted from the ID delay unit 401 is an inclination direction at p3. Further, the signal which is not delayed is an inclination direction at p5. Here, let Pa, Pb, and Pc be the signal not delayed, the signal delayed by the ID delay unit 400, and the signal delayed by the ID delay unit 401. A difference absolute value circuit 402 calculates a difference absolute value between the inclination directions Pa and Pb. A difference absolute value circuit 403 calculates a difference absolute value between the inclination directions Pa and Pb. An inclination direction judgment circuit 404 refers to the difference absolute values obtained from the difference absolute value circuits 402 and 403, and judges that an inclination direction Pb is right if either one of the difference absolute values is smaller than a certain value, while being wrong in the other case. Upon receipt of the result of the judgment, an interpolation direction selection circuit 405 outputs the inclination direction Pb when the inclination direction Pb is right, while outputting the direction 3 as an interpolation direction P' when it is wrong. In the same manner as the previous example, the interpolated pixel is calculated using the calculated



interpolation direction  $P'$ .

[0094] Although specific operations in the inter-field interpolation circuit 117 using another example of the inclination evaluation circuit 2183 will be then described using a step of finding  $p_3$  in the image shown in Fig. 8, the procedure carried out until the inclination directions are found, that is, the procedure up to the evaluation circuit 2171 shown in Fig. 2 is entirely the same as that in the case where the inclination evaluation circuit 2183 shown in Fig 3 is used and hence, is not repeated herein. Therefore, only another example of the inclination evaluation circuit 2183 will be herein described in detail.

[0095] The direction 4 is outputted as an inclination direction at an interpolated pixel  $p_3$  from the evaluation circuit 2171. In Fig. 4, the inclination direction at the interpolated pixel  $p_3$  corresponds to a signal  $P_b$  delayed by the ID delay unit 400. Further, an inclination direction at an interpolated pixel  $p_2$  which is one pixel preceding the interpolated pixel  $p_3$  corresponds to  $P_a$ , and an inclination direction at an interpolated pixel  $p_4$  which is one pixel succeeding the interpolated pixel  $p_3$  corresponds to  $P_c$ . The direction 4 is calculated as the inclination direction at the interpolated pixel  $p_2$ , and the direction 4 is also calculated as the inclination direction at the interpolated pixel  $p_4$ . The procedure for calculation is entirely the same between

the previous example and the present example. Since the inclination direction Pb at the interpolated pixel p3 is 4, the inclination direction Pa at the interpolated pixel p2 is 4, and the inclination direction Pc at the interpolated pixel p4 is 4, both outputs of the difference absolute value circuits 402 and 403 are zero. Since both the outputs of the difference absolute value circuits 402 and 403 are zero, it is judged that the inclination directions are right in the inclination direction judgment circuit 404. Accordingly, in the interpolation direction selection circuit 405, the direction 4 is selected as an interpolation direction P'. As a result, p3 = 100. When the inclination direction is also similarly calculated and evaluated with respect to the interpolated pixel p4, it is judged that it is right, so that the direction 4 is selected as the interpolation direction P'. As a result, p4 = 0. In the foregoing manner, a sequential interpolation signal is found.

[0096] By the foregoing operations, in both the two examples, scanning line interpolation effective for an oblique edge or an oblique line which has been produced by a plane can be performed. Although in these examples, a correlation is evaluated by a difference value between original signals, the number of original signals can be similarly increased. Further, even if a correlation value correction circuit is composed of a look-up table memory, the same effect is

obtained.

[0097] Fig. 5 is a block diagram for explaining the operations of still another example of the inclination evaluation circuit in the embodiment of the sequential scanning converter according to the present invention. This example will be described in detail below while referring to the drawings. In Fig. 5, a digital video signal (an original signal) obtained by sampling a video signal of 2 : 1 interlace scanning at a sampling frequency  $f_s$  (MHz) is inputted from an input terminal 2401. The video signal inputted from the input terminal 2401 is delayed by one field in a field memory 2402, and is further delayed by one field in a field memory 2403. The field memory 2402 stores a signal (hereinafter referred to as a signal in the current field) which is one field preceding a signal inputted from the input terminal 2401 (hereinafter referred to a signal in the succeeding field), and the field memory 2403 stores a signal which is one field preceding the signal in the current field, that is, a signal which is two fields preceding the signal in the succeeding field (hereinafter referred to as a signal in the preceding field). A motion detection circuit 2404 detects for each pixel the presence or absence of a motion in the current field from the signal in the preceding field and the signal in the succeeding field. An oblique line interpolation circuit 2405 is the in-field interpolation

circuit described in the previous examples and the present example. Upon receipt of the result of the detection by the motion detection circuit 2404, a mixing switching circuit 2406 selects an output signal from the oblique line interpolation circuit 2405 which is in-field interpolation when there is a motion, while selecting the signal in the preceding field outputted from the field memory 2403 when there is no motion. A time axis compression circuit 2407 subjects the signal in the current field and the interpolation signal outputted from the mixing switching circuit 2406 to time axis compression, and outputs the compressed signals as a sequential scanning signal from an output terminal 2408.

[0098] Since oblique line interpolation is used when there is a motion, therefore, inter-line flicker and paring disturbance which are frequently seen in an oblique edge or an oblique line in the case of a motion picture in an image of interlace scanning can be eliminated, thereby obtaining a sequential scanning signal of high grade.

[0099] Although in this example, the signal in the preceding field and the output from the oblique line interpolation circuit 2405 are switched depending on only the presence or absence of a motion serving as the operation of the mixing switching circuit 2406, the same effect is obtained even by dividing the motion into several stages depending on the

magnitude of the motion and weighting and adding the signal in the preceding field and the interpolation signal from the oblique line interpolation circuit 2405.

[0100] As described in the foregoing, according to the  
5 present embodiment, in converting a video signal of interlace scanning into a video signal of sequential scanning, a candidate for a set of original pixels having pixel values between which the difference absolute value is found is selected out of sets of original pixels in a dot symmetrical  
10 relationship with an interpolated pixel as its center, the difference absolute value of the pixel values in the set of original pixels is calculated, the calculated difference absolute value is corrected on the basis of edge information of the original pixels, the set of original pixels in which  
15 the corrected difference absolute value is the minimum is selected, evaluation is performed as to whether the selected set of original pixels is right or wrong is made, and an interpolated pixel is generated on the basis of the result of the evaluation, thereby obtaining a sequential scanning  
20 converter capable of also performing scanning line interpolation effective for an oblique edge or an oblique line which has been produced by a plane.

...omitted...

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**